

# Förutsättningar och affärsmodeller för avsättning av småskaligt producerad fordonsgas

*Conditions and business models for use of small scale  
produced biomethane*

Mikaela Blom

BioGas2020 

The BioGas2020 logo consists of the text 'BioGas2020' in a black sans-serif font, followed by a graphic of four overlapping spheres in yellow, green, red, and blue.

**Interreg**   
Öresund-Kattegat-Skagerrak  
European Regional Development Fund EUROPEAN UNION

The Interreg logo features the word 'Interreg' in a large, bold, blue sans-serif font. To its right is the European Union flag, a blue rectangle with twelve yellow stars arranged in a circle. Below the text 'Öresund-Kattegat-Skagerrak' and 'European Regional Development Fund' is the text 'EUROPEAN UNION'.



# Förutsättningar och affärsmodeller för avsättning av småskaligt producerad fordonsgas

Conditions and business models for use of small scale produced biomethane

*Mikaela Blom*

**Handledare:** Henrik Olsson, JTI  
**Ämnesgranskare:** Åke Nordberg, institutionen för energi och teknik, SLU  
**Examinator:** Serina Ahlgren, institutionen för energi och teknik, SLU

**Omfattning:** 30 hp  
**Nivå, fördjupning och ämne:** Avancerad nivå, A2E, teknik  
**Kurstitel:** Examensarbete i energisystem  
**Kurskod:** EX0724  
**Program/utbildning:** Civilingenjörsprogrammet i energisystem 300 hp

**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2016  
**Serietitel:** Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU)  
**Delnummer i serien:** 2016:02  
**ISSN:** 1654-9392  
**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** biogas, tankning, regelverk, gårdsanläggning, aktörskartläggning, ekonomiska förutsättningar, småskalig uppgradering

Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för energi och teknik



## Abstract

There is a need for reducing greenhouse gas emissions from the transporting sector. With a potential of 3-7 TWh per year, farm based production of biomethane can be a solution for this problem. The small farm based biogas plants have a problem using the produced heat in an efficient way and today 29 % of the biogas is flared or not used. The projects aim was to investigate the technical and economic conditions for small scale biogasplants (with a production smaller then 5-6 GWh/year). The actors connected to building the technical system and selling the biomethane was identified. To analyze the economic conditions further, four different business models was created and analyzed with the business model canvas tool and a SWOT-analysis. A technical system was designed for each business model. The result showed that the technical solutions existed and that there is a market for the equipment and the selling of biomethane. The economic conditions were also good, but today these business models depend on the economic support from the government. This is a problem when making investments, because there is no long term guarantee that the economic support will be the same during the depreciation period. The specific investment costs are lower for biogas plants with a production of 1 GWh/year, but with a smaller plant, 0,5 GWh/year, there are less demands in terms of permissions.

## Sammanfattning

Samhället står inför en stor omställning i och med hotet om klimatförändringar. I transportsektorn måste fossila bränslen fasas ut och ersättas med fossila bränslen. Biogas produceras genom rötning av t.ex. matavfall, gödsel och avloppsslam. I jordbruket finns idag potential att producera ca 3-7 TWh biogas per år. Det finns dock idag problem med lönsamhet hos de gårdsbaserade biogasanläggningarna. Det är dels svårt att hitta avsättning för all den producerade värmen och den producerade elen ger inga stora intäkter. Syftet med den här rapporten är att utreda förutsättningarna för avsättning av småskaligt producerad fordonsgas. Detta avser anläggningar med en kapacitet att producera högst 5-6,5 GWh fordonsgas per år.

Målet är att identifiera och föreslå lämpliga tekniska system från uppgradering till leverans till slutkund samt analysera kostnadsläget för dessa system. Detta gjordes genom litteraturstudier och intervjuer. Idag finns ett antal uppgraderingstekniker som utvecklas för småskaliga anläggningar. Det finns också kompressorer för små gasflöden som idag används för långsamtankning t.ex. vid hemmatankning från naturgasnätet ute i Europa. Genom att koppla ihop en av dessa kompressorer med ett högtryckslager skapas en kombinerad tankning som öppnar upp för att erbjuda externa kunder (t.ex. privat personer eller kommun) snabbtankning. De distributionstekniker som utvärderades var lokala gasledningar och gasflak. De ekonomiska beräkningarna för distributionen visade att gasledning var billigast för transporter under 6 km.

Gällande lagstiftning anger att den fordonsgas som används i fordon (med ottomotor) ska uppfylla den svenska standarden. Anläggningen kommer antingen att vara anmälningspliktig eller tillståndspliktig. Anläggningar som är tillståndspliktiga har högre kostnader för processen än de anmälningspliktiga, för att mer tid krävs från både anläggningsägaren och tillståndsmyndigheten.

Genom intervjuer och litteraturstudier genomfördes en aktörskartläggning för att vidare utreda förutsättningarna för småskalig produktion av fordonsgas. Denna visar på bra förutsättningar då det dels finns intresserade potentiella producenter och konsumenter av fordonsgas. Till att börja med är kunderna privatpersoner och offentlig sektor, i framtiden kan även industri och jordbruket som använder arbetsmaskiner bli en intressant marknad.

Affärsmodellerna konstruerades utifrån problemställningen att biogasmarknaden kan tjäna på att växa fram. Detta resulterade i affärsmodeller som utvärderade två olika systemlösningar. En med långsamtankning och en med kombinerad tankning. Olika ägandeformer för utrustningen analyserades som en ytterligare dimension. Detta skulle kunna förstärka riskhanteringen och genom att göra utrustningen flyttbar kan stegvisa utvecklingen av

biogasmarkanden implementeras. Ett hypotetiskt företag, Glesbygdsgas AB, antogs hyra ut utrustning till biogasproducenten. Dessa olika fall definierades i de fyra affärsmodellerna som sedan analyserades med hjälp av verktyget "the business model canvas" och ekonomiska beräkningar. Analysen visade att det finns goda förutsättningar för alla fyra affärsmodeller, men att de alla är ekonomiskt beroende av de styrmedel som finns idag.

Vilken affärsmodell som bör väljas är beroende av omständigheterna i det enskilda fallet. Genom att kartlägga potentiella partners och kundgrupper i närområdet kan respektive affärsmodeller övervägas. Det kan krävas kreativ marknadsföring och förhandling eller upphandling med vissa kundgrupper, detta är kunskaper som skulle kunna samlas i ett företag som Glesbygdsgas AB, vilket talar för den typen av ägande. Hållbart företagande och produkter som värnar om miljön erbjuder värden som förut inte värderats ekonomiskt. I och med att konsumenter börjar värdera detta kan det också omvandlas till ekonomiskt värde. Detta är något som bör tas i beaktande vid en marknadsanalys och vid prissättning.

Genom att väga in alla aspekter, från tillgänglig teknik och dess kostnader till lagstiftning och potentiella affärsmodeller, dras slutsatsen att det finns bra förutsättningar för utvecklingen av småskalig produktion av fordonsgas.

## Exekutiv sammanfattning

Projektet har utgått ifrån problemställningarna att växthusgasutsläppen i transportsektorn behöver minska, och att småskaliga biogasproducenter idag har svårt att hitta avsättning för den producerade biogasen. Syftet har både varit att identifiera det tekniska system som behövs från uppgradering till slutkund och dess kostnader, och att ta fram affärsmodeller kopplade till detta. Slutsatser var dels att det finns goda förutsättningar för småskalig produktion av fordonsgas, dock är modellerna ekonomiskt beroende av de styrmedel som finns idag. Alternativa ägandeformer kan användas för hantering av risker. Genom att utrustningen ägs av ett företag med kompetens kring utrustning och försäljning, ökar förutsättningarna för småskalig produktion av fordonsgas.

Det finns ett behov av att demonstrera dels de tekniska system som presenterats, och de affärsmodeller som tagits fram. Hur affärsmodellerna kan anpassas efter lokala förutsättningar måste utredas vidare. Det finns också ett behov av att analysera skalfördelarna kopplat till det tekniska systemet. Genom att ta reda på vad de beror på kan de eventuellt minskas. Ett fortsatt arbete med en standard som främjar småskalig uppgradering kan förstärka förutsättningarna ytterligare. Denna kan vara kopplad till lägre metanhalter och alternativa användningsområden, så som arbetsmaskiner i lantbruket.



## Förord

Examensarbetet är utfört inom Civilingenjörsprogrammet i energisystem vid Uppsala universitet och SLU, Sveriges lantbruksuniversitet. Projektet har gjorts på institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI) och ingår i ett projekt som demonstrerar uppgraderingsteknikerna processintern metananrikning och askfilter. Projektet är ett samarbete med SLU och husHållningssällskapet Skaraborg och finansieras av Stiftelsen lantbruksforskning (SLF), Västra Götalandsregionen (VGR) och EU-programmet Interreg Öresund-Kattegat-Skagerrak (ÖKS). Projektet är en del av samverkansplattformen Biogas 2020 som strävar efter gränsöverskridande samarbeten för att stärka biogasutvecklingen.

Jag vill tacka min handledare Henrik Olsson på JTI som bistått med utvecklande kommentarer och stort engagemang. Jag vill också tack min ämnesgranskare Åke Nordberg på SLU som varit till stor hjälp under hela arbetet. Dessutom vill jag tacka Johan Anderson, Gustav Rogstrand och Mats Edberg på JTI som bistått mig i olika delar av mitt arbete. Jag vill också rikta ett tack till de personer som ställt upp på intervjuer och bidragit med ytterligare perspektiv och kunskap kring området.

Uppsala juni 2016

Mikaela Blom



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>9</b>
1.1	Bakgrund	9
1.2	Syfte och mål	11
1.3	Genomförande och avgränsningar	11
<b>2</b>	<b>Litteraturstudie</b>	<b>14</b>
2.1	Produktion av fordonsgas	14
2.1.1	Exempel på affärsmodeller för produktion av fordonsgas i liten skala och/eller på gårdsanläggning	14
2.2	Ekonomiska förutsättningar	18
2.2.1	Ekonomiska styrmedel	20
2.3	Affärsmodeller	22
2.3.1	The business model canvas	23
2.3.2	The flourishing business canvas	26
2.3.3	Ägandeformer och finansieringsmodeller	26
2.4	Tekniskt system	28
2.4.1	Uppgradering	28
2.4.2	Tankning	31
2.4.3	Distribution	36
2.5	Standarder och regelverk	39
2.5.1	Standarder	39
2.5.2	Tillstånd	42
<b>3</b>	<b>Metodik</b>	<b>48</b>
3.1	Aktörskartläggning	48
3.2	Affärsmodeller	48
3.3	Ekonomiberäkningar	51
3.3.1	Antaganden	52
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	<b>53</b>
4.1	Aktörskartläggning	53
4.1.1	Biogasproducenter	53
4.1.2	Utrustningsleverantörer (Glesbygdsgas AB)	54
4.1.3	Distributörer	54
4.1.4	Kunder	55
4.1.5	Externa aktörer	59
4.2	Ekonomi	59

4.2.1	Tankning	59
4.2.2	Distribution	61
4.2.3	Sammanställning	63
4.2.4	Kompletterande resultat	64
<b>5</b>	<b>Resultatanalys</b>	<b>66</b>
5.1	Affärsmodell A	66
5.1.1	Erbjudande	66
5.1.2	Kundsegment, distributionskanaler och kundrelationer	66
5.1.3	Tillgångar, resurser, partners och aktiviteter	67
5.1.4	Intäctsströmmar och kostnadsstruktur	67
5.1.5	SWOT-analys	67
5.2	Affärsmodell B	68
5.2.1	Erbjudande	68
5.2.2	Kundsegment, distributionskanaler och kundrelationer	68
5.2.3	Tillgångar, resurser, partners och aktiviteter	69
5.2.4	Intäctsströmmar och kostnadsstruktur	69
5.2.5	SWOT-analys	70
5.3	Affärsmodell C	70
5.3.1	Erbjudande	70
5.3.2	Kundsegment, distributionskanaler och kundrelationer	71
5.3.3	Tillgångar, resurser, partners och aktiviteter	71
5.3.4	Intäctsströmmar och kostnadsstruktur	71
5.3.5	SWOT-analys	72
5.4	Affärsmodell D	72
5.4.1	Erbjudande	72
5.4.2	Kundsegment, distributionskanaler och kundrelationer	73
5.4.3	Tillgångar, resurser, partners och aktiviteter	74
5.4.4	Intäctsströmmar, och kostnadsstruktur	74
5.4.5	SWOT-analys	74
	<b>Diskussion och slutsats</b>	<b>76</b>
	<b>Referenslista/References</b>	<b>79</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

För att nå målen om minskade växthusgasemissioner krävs innovation. För att lyckas ställa om samhället snabbt krävs resurseffektiva affärsmodeller och ny teknik. Biogas kan vara en del av den utvecklingen genom att substratet som används vid framställningen ofta klassas som avfall för att sedan omvandlas till växtnäring och biobränsle. Det finns olika typer av anläggningar som producerar biogas (metan och koldioxid). De tekniker som finns idag är rötning, förgasning och uppsamling av deponigas (energimyndigheten, 2015).

I Sverige producerades år 2014 sammanlagt 1784 GWh biogas där 40 % producerades på samröttningsanläggningar, 38 % på avloppsreningsverksanläggningar, 12 % på deponigasanläggningar, 7 % på industrianläggningar och 3 % på gårdsanläggningar (Energimyndigheten, 2015). Lite drygt hälften, 57 % av den producerade biogasen uppgraderades till fordonsgas medan den resterande delen omvandlades till värme (24 %), facklades bort (11 %), användes i industrin (4 %) eller omvandlades till el (3 %) (Energimyndigheten, 2015).

Gårdsbaserad biogas beräknas ha en teoretisk potential på 3,2-7 TWh (Luostarinen, 2013), men det finns fortfarande utmaningar gällande lönsamhet. Dessa utmaningar gäller generellt för småskalig biogasproduktion. Här spelar statliga styrmedel stor roll för att biogasen ska kunna konkurrera på en marknad med låga olje- och elpriser. En stor del av växthusgasutsläppen kommer från transportsektorn, medan den el vi producerar i Sverige idag har väldigt låga utsläpp. Detta gör att biogasen gör störst miljönytta genom att uppgraderas till fordonsgas. Uppgraderingsteknikerna som krävs för att producera fordonsgas småskaligt har varit för dyra, vilket varit ett hinder för att kunna producera fordonsgas av hela potentialen. Vad som är småskalig fordonsgasproduktion är inte definierat av branschen, men anläggningar med ett rågasflöde under 100 Nm<sup>3</sup>/h, alltså mindre än ca 5 GWh/år, kan anses vara småskaliga (Blom m.fl., 2012) I Jordbruksverkets regler för gödselgasstödet anses anläggningar som producerar mindre än 50 000 ton fordonsgas vara småskaliga anläggningar, detta motsvarar 6,5 GWh (Jordbruksverket, 2015).

Biogas producerad från gödsel kan ersätta fossila bränslen och på så sätt minska emissionen av växthusgaser. För närvarande används biogas producerad på gårdsanläggningar huvudsakligen till kraftvärmeproduktion där elen och värmen används på gården (Hadders, 2013). Idag finns det problem med att få avsättning för all biogas som produceras på gården, 29 % facklas bort eller blir till värme som inte används (Jansson, 2014). Detta är en anledning till att det är svårt att få lönsamhet i gårdsanläggningar idag. Det andra problemet är att elpriset idag är lägre än vad som förväntades då anläggningarna planerades, vilket ytterligare minskar lönsamheten. Fördelen med att producera el är att det går lätt att distribuera genom att vara uppkopplad på elnätet. Värme däremot kräver att det finns avsättning i närområdet, då investeringskostnaderna blir för höga för att transportera det längre (Ahlberg-Eliasson, 2015).

Uppgradering till fordonskvalitet kan ge ett ökat värde på gasen, antingen för avsalu eller för användning som drivmedel på gården. Nyttan med den producerade gasen blir på så sätt större för gården, jämfört med el- och värmeproduktion. Eventuellt kan nyttan öka för andra aktörer i regionen också.

I biogasens värdekedja från producerad biogas till fordonsbränsle ingår olika steg, t.ex. uppgradering, komprimering och distribution. Idag finns det flera sorters kommersiella uppgraderingstekniker, dock är dessa tekniker dyra och kräver högre gasflöde än vad som finns på en gård. En stor utmaning är därför att utveckla enklare och billigare uppgraderingstekniker för att på så sätt öka lönsamheten för biogasproducenten. Idag är dessa tekniker i utvecklingsstadiet och anläggs i pilot- eller demonstrationsskala. Vartefter teknikerna utvecklas uppstår också nya utmaningar, vilka kopplar till hur det tekniska systemet anpassas efter förutsättningarna på gården. Det finns också utmaningar kopplade till hur det tekniska systemet kan kopplas till en regional marknad där komprimeringstekniker och distributionsfrågor blir viktiga.

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik och Sötåsens Naturbruksgymnasium bygger en småskalig uppgraderingsanläggning baserat på teknikerna processintern metananrikning (Andersson, 2014) och askfilter (Andersson, 2016). Demonstrationsprojektet sker i samarbete med Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Husållningssällskapet Skaraborg och finansieras av Stiftelsen lantbruksforskning (SLF), Västra Götalandsregionen (VGR) och EU-programmet Interreg Öresund-Kattegat-Skagerrak (ÖKS). Koncept har utvecklats av Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI) och SLU under längre tid och är speciellt anpassat för småskaliga biogasanläggningar. I projektet ingår även att demonstrera tankning av fordon. Examensarbetet ingår som en del i projektets del att belysa förutsättningar och affärsmodeller för avsättning av fordonsgas till marknad.

För att bygga upp ett system för försäljning av fordonsgas behöver viktiga tekniska parametrar identifieras. De sätts utifrån driftkrav, lagar och regler. Förutom det tekniska systemet behövs också en djupare förståelse för biogasmarknaden och dess aktörer. I en affärsmodell kan ekonomin för det tekniska systemet analyseras,

samtidigt som för- och nackdelar lyfts fram utifrån förutsättningarna på biogasmarknaden.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att utvärdera förutsättningar för avsättning av småskaligt producerad fordonsgas. Målet är att identifiera och föreslå lämpliga tekniska system från uppgradering till leverans till slutkund samt analysera kostnadsläget för dessa system. Vidare ska fyra affärsmodeller för produktion och användning av fordonsgas föreslås med potential att implementeras vid småskaliga biogasanläggningar.

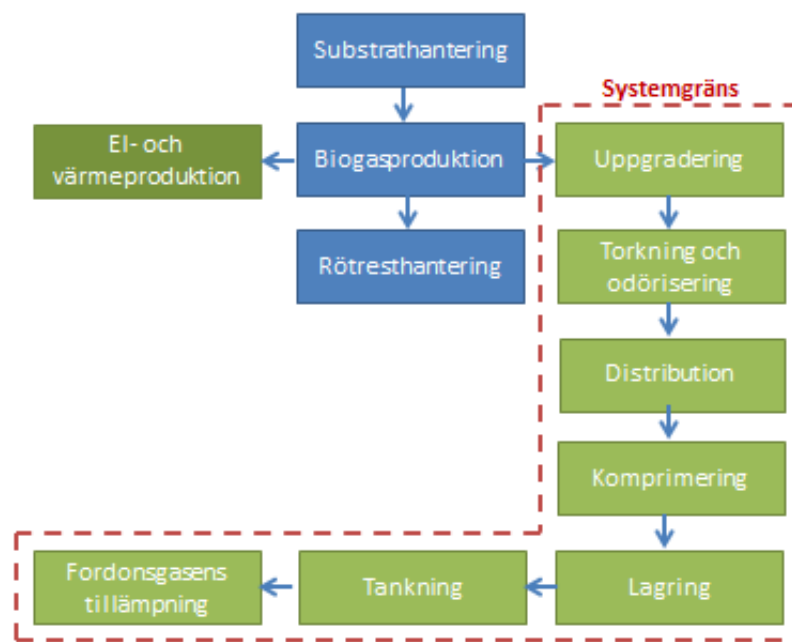
## 1.3 Genomförande och avgränsningar

Genom en litteraturstudie utreddes småskalig biogasproduktion. Förutsättningarna för avsättning, lönsamhet samt storlek på gårdsbaserade anläggningar klargjordes med hjälp av underlag från projektet ”Utvärdering av biogasanläggningar på gårdsnivå” skrivet av Ahlberg-Eliasson (2015). Eftersom JTI använder Sötåsens naturbruksgymnasium för att demonstrera uppgraderingstekniker, används denna anläggning som grundexempel i studien. Sötåsens givna omständigheter jämfördes med det mer generella underlaget, för att kunna avgöra vilka parametrar som särskiljer anläggningen och vilka parametrar som passar in i bilden av en typisk småskalig anläggning.

Anläggningarnas ekonomiska förutsättningar undersöktes genom att ta fram underlag om priserna på konkurrerande bränslen samt hur styrmedlen för biogasproduktion och användning ser ut idag. Detta kartlades genom litteraturstudier.

Därefter undersöktes de tekniska delstegen som omfattas av projektets systemgräns, se figur 1. Viktiga parametrar för undersökningen var delstegens funktion, teknik, tillämpbarhet i liten skala och kostnader. Dessa införskaffades genom litteraturstudier och intervjuer med teknikleverantörer.

För att få en tydligare bild av förutsättningarna för småskalig produktion av fordonsgas analyserades aktörerna kring systemet. I aktörskartläggningen kategoriserades aktörerna som kärn-, primär- och sekundärintressenter och sedan analyserades de utifrån sin inställning till fordonsgas. Delvis analyseras aktörerna utifrån grundexemplet Sötåsen, men till största del utifrån ett mer generellt perspektiv. I analysen prioriterades kartläggningen av potentiella kunder för den här typen av system då avsättningen anses vara det största hindret för marknadsutvecklingen. Materialet inhämtades genom intervjuer och med hjälp av litteratur.



Figur 1: Biogasens värdekedja. Här presenteras vad som ingår i projektets systemgränser. El- och värmeproduktionen ingår endast som produkter i några av de fall som tas fram. Distributionssteget kan även placeras efter komprimering då distributionen sker med gasflak (läs mer i kapitlet tekniskt system).

Teorin kring affärsmodeller och metoder för att utveckla affärsmodeller inhämtades ur litteratur. Sedan kartlades affärsmodeller för existerande anläggningar som producerar fordonsgas antingen i liten skala och/eller med gödsel som substrat. Samtidigt utreddes alternativa ägandeformer och finansieringsmodeller som kan vara viktiga bitar i affärsmodeller.

Vilka ramar samhället satt upp gällande fordonsgasproduktion och -användning undersöktes i kapitlet standarder och regelverk. Här gjordes en utredning av existerande standarder och viktiga lagar och riktlinjer. Genom litteraturstudier sammanställdes i stora drag vad som krävs av anläggningsägare vid etablering av den här typen av verksamhet.

Baserat på inhämtat underlag formades fyra stycken affärsmodeller. Sedan identifierades de detaljerade tekniska systemen som behövdes i varje affärsmodell. Ekonomiska beräkningar utfördes för alla fyra affärsmodeller i två olika storleksordningar. Sötåsen som producerar knappt 0,5 GWh valdes som första typstorlek och som andra typstorlek valdes 1 GWh, då det finns förhållandevis många gårdsanläggningar i den storleken.

Syftet med de ekonomiska beräkningarna var dels att visa på om de framtagna affärsmodellerna kunde vara lönsamma. Det var också intressant att beräkna hur stor del av kostnaderna som kan gå till uppgraderingsutrustning, samtidigt som



lönsamheten upprätthålls. Detta gjordes för att undersöka om existerande utrustning är tillräckligt billig, eller om den behöver utvecklas ytterligare.

Projektets systemgräns illustreras i figur 1. Den specifika kostnaden för biogasproduktionen påverkar till stor del lönsamheten i den här typen av system, detta kommer dock inte analyseras vidare i detta projekt, utan antas en fix parameter för att kunna jämföra kostnadsläget för olika affärsmodeller inom systemgränsen. Ytterligare avgränsningar som gjorts är att projektet inte utreder möjligheterna för avsättning av gas via ett befintligt gasnät. Projektet behandlar anläggningar som antas ligga på landsbygden utan ett utbyggt nät av tankställen.

I ekonomiberäkningarna är inte arbetskostnaden för aktiviteter så som marknadsföring och teknisk support medräknade, dock är arbetskostnader kopplade till drift och underhåll av utrustning medräknade.

## 2 Litteraturstudie

### 2.1 Produktion av fordonsgas

En typisk gårdsbaserad biogasanläggning beskrivs av Ahlberg- Eliasson (2015) i medel ha en rötkammare på 1210 m<sup>3</sup> med en spridning från 260m<sup>3</sup> till 3600 m<sup>3</sup>. Anläggningarna kommer från olika leverantörer och substratet som används har olika egenskaper. Produktionen av biogas ligger i genomsnitt på 1,85 GWh/år, men det är stora skillnader mellan anläggningarna, allt från 0,304 till 8,175 GWh/år. Skillnaderna beror dels på de olika anläggningarnas storlek, men också på vilket substrat de använder. Anläggningarna producerar rågas med en metanhalt kring 65 %. Den gas som ev. uppgraderas kallas för fordonsgas. Gasen kan mätas antingen i kWh, kg eller i Nm<sup>3</sup> (normalkubikmeter, vilket beskriver volymen gas vid 1 atm och 0 °C).

De gårdsbaserade anläggningarna använder gödsel som grundsubstrat, därtill adderas energirika substrat för att öka biogasproduktionen. Gödsel med olika härkoms-ter har olika egenskaper, liksom de substrat som läggs till som komplement. Detta gör att det blir stor spridning på biogasproduktionen, vilket ger gårdarna olika förutsättningar. Många av gårdarna i utvärderingsprojektet har enligt Ahlberg- Eliasson (2015) möjlighet att öka sin produktion ytterligare med komplementeran-de energirika substrat, vilket skulle öka produktionen av gas som i sin tur påverkar lönsamheten. Svårigheter med avsättning för el och värme på gården är anledning till att detta inte görs i större utsträckning.

#### 2.1.1 Exempel på affärsmodeller för produktion av fordonsgas i liten skala och/eller på gårdsanläggning

I detta kapitel beskrivs några exempel på biogasproduktion för fordonsgas. Det vanligaste sättet för fordonsgasproduktion är samrötning där gödsel och andra substrat transporteras in till en stor central biogasanläggning för rötning och upp-gradering. Vidare finns det ett fall där gasen produceras vid flera biogasanlägg-ningar för att sedan via ett gasnät samlas ihop till en gemensam uppgraderingsan-läggning och försäljning. Till sist nämns exempel på anläggningar med småskalig uppgradering och försäljning vid biogasanläggningen.

### *Gårdar med enskild biogasproduktion, gemensam uppgradering*

Biogasproduktionen sker i anläggning på den enskilda gården och gasen distribueras därefter till en gemensam uppgraderingsanläggning. Genom att skapa ett företag som tar hand om rågasen ända från uppgradering till slutkund skapas tillförlitlig avsättning för gasen. Detta system liknar mest förutsättningarna i detta projekt. Det som skiljer sig mot detta projekt är storskalig uppgraderingsteknik används och att infrastruktur för rågasdistribution krävs.

**Biogas Brålanda AB:** På Dalsboslätten, väster om Vänern ligger fyra stycken gårdsanläggningar för biogasproduktion. Biogasen produceras på varje gårdsanläggning av gödsel och livsmedelsrester från verksamheter i området. Rågasen torkas för att sedan transporteras i ledningsnät till en gemensam uppgraderingsanläggning. Det produceras dels fordonsgas, men också värme via en biogaspanna. Fordonsgasen distribueras sedan genom en gasledning till en publik tankstation, där det även finns en tankningsstation för lastväxlarflak. Företaget ägs till största del av Vänersborgs och Melleruds kommun, även Trollhättan energi AB och den ekonomiska föreningen Biogas Dalsland är delägare i företaget. Den ekonomiska föreningen är en medlemsorganisation för de fyra producerande lantbrukarna (Biogas Brålanda, 2016).

### *Lantbruksbaserade samverkansanläggningar med uppgradering*

Denna affärsmodell finns det många exempel på. I dessa modellerna kan substratproducenter ingå som ägare i företaget. Det krävs distribution av gödsel och företaget måste också hantera avsättningen för fordonsgasengasen. Det betyder att de har hand om stora delar av värdekedjan.

**Vårgårda-Herrljunga Biogas:** Detta är en anläggning som tar in gödsel, animaliska biprodukter och vegetabilier från gårdar i området. Rötningen sker efter hygienisering i två röt-kammare, där den ena är enbart för KRAV-gödsel. Rågasen uppgraderas därefter med hjälp av membranseparation. Anläggningen driftsattes hösten 2013 och producerar 2 000 000 Nm<sup>3</sup> fordonsgas per år (Swedish biogas international, uå). Produktionen av fordonsgas motsvarar 20 GWh per år. Gasen distribueras genom flakning ut till kund, vilket sköts av Fordonsgas Sverige. Anläggningen ägs av ca 30 småföretagare där 65 % är lantbrukare (Wiklander och Hjort, 2015).

**Vadsbo biogas AB:** Anläggningen producerar fordonsgas från rötning av gödsel, vall och ensilage från lantbrukare i närområdet. Produktionen ligger på 15 GWh per år som säljs till Stockholm Gas AB som distribuerar gasen. Anläggningen ägs till hälften av Swedish biogas international och Vadsbo Växtodling AB som i sin tur ägs av 5 st lantbrukare (Wiklander och Hjort, 2015).

**Söderåsens Bioenergi AB:** I nordvästra Skåne vid Wrams Gunnarstorp finns en biogasanläggning som producerar fordonsgas sedan 2006. Anläggningen producerar 25 GWh fordonsgas per år från gödsel och restprodukter från livsmedelsindustri och matavfall. Gasen distribueras genom inmatning på naturgasnätet, distributionen sköts av E.ON Biofor Sverige AB som äger 63,25 % av företaget. Reste-

rande del av anläggningen ägs av Wrams Gunnarstorp AB, lantbrukaren i godset vid anläggningen (Wiklander och Hjort, 2015). Vid anläggningen finns även en tankstation för långsamtankning som användes i MEKA-projektet då en dual-fuel traktor testades vid anläggningen (Jordbruksverket, 2015).

**Sävsjö Biogas AB:** På den här anläggningen i Småland produceras årligen 19 GWh fordonsgas ifrån gödsel, slakteri- och matavfall och jordbruksrester. Göteborg Energi AB äger 90,5 % av anläggningen, resten ägs av Vrigstad Fjärrvärme AB som i sin tur ägs av 5 st lantbrukare. Totalt levererar 18 lantbrukare substrat till anläggningen och får sedan tillbaka biogödsel. Anläggningen driftsattes 2012 och fordonsgasen distribueras med flak av E-ON Biofor Sverige AB och Fordons-gas Sverige AB (Wiklander och Hjort, 2015). Det finns också en lokal, publik tankstation i Sävsjö från 2013 (Sävsjö biogas, 2013).

**Swedish Biogas International Västerås AB:** I Västerås finns en biogasanläggning som producerar 3 000 000 Nm<sup>3</sup> fordonsgas av gödsel, gröda och vall årligen. Swedish biogas international AB äger 51 % av anläggningen medan Arosbygden i Sverige AB äger resterande 49 % och ägs av 11 st lantbrukare. Distributionen av fordonsgas sköts av Vafab Miljö, där 3 tankstationer i Västerås förses med gas genom gasledning. Resterande produktion körs med flak till Vafab miljöes resterande 2 tankstationer (Wiklander och Hjort, 2015).

**Swedish Biogas International Katrineholm AB:** Anläggningen i Katrineholm producerar 40 GWh fordonsgas per år från gris- och kycklinggödsel och slakteri- och matavfall. Swedish biogas international äger även här 51 % av anläggningen, de andra ägarna består av 3 st säterier samt Lantbruksgas i Sörmland AB som ägs av 7 lantbrukare. AGA Gas distribuerar gasen med flak (Wiklander och Hjort, 2015).

**Swedish Biogas International Jordberga AB:** Här produceras varje år 110 GWh fordonsgas per år från grönmassa levererad av lantbrukare. Swedish biogas international äger 55 % av anläggningen och resterande ägs av Nordic Sugar AB, Skånska Biobränslebolaget AB (ägt av lantbrukare) och E.ON Biofor Sverige AB som också står för distributionen av gasen. Jordberga ligger i södra Skåne och gasen levereras in på naturgasnätet (Wiklander och Hjort, 2015).

**Falkenberg Biogas AB:** Från gödsel, organiskt material och livsmedelavfall produceras 40 GWh biogas varje år. Företaget ägs av E.ON Biofor Sverige AB (65 %), Falkenberg kommun (20 %) och Gekås Ullared (15 %). Gasen distribueras ut på naturgasnätet sedan 2009 (Wiklander och Hjort, 2015).

**Brogas AB:** Anläggningen ägs av ett stort antal lantbrukare som producerar 20 GWh biogas per år. Substratet som används är gödsel, restprodukter från livsmedelsindustri och slakteriavfall samt matavfall. Anläggningen startade år 2012 och ligger på Gotland. Rågasen transporteras i gasledning till uppgraderingsanläggningen som drivs av Biogas Gotland AB. De står sedan för distributionen av fordonsgas via gasledning till 2 st tankstationer och med flak till en tredje tankstat-

ionen på Gotland. Det är många ägare av Brogas AB, men de största är Energi-Skiften AB som äger 40 % och Triventus Biogas AB som äger 30 % (Wiklander och Hjort, 2015).

#### *Småskalig biogasproduktion med uppgradering*

I de här exemplen finns både biogasproduktion och uppgradering i liten skala på samma anläggning. De hanterar inte gödsel som substrat utan avloppsslam. Denna affärsmodell har likheter med projektet i och med att hela värdekedjan är småskalig och att produktionen kräver extern försäljning.

**Ellinge avloppsreningsverk:** På anläggningen produceras 0,7 GWh fordonsgas per år (Benjaminsson och Nilsson, 2009). Avloppsreningsverket ligger i Eslöv och ägs av VA Syd som tar hand om kommunens avloppsrening. Det som rötas i anläggningen är avloppsslam och biologiskt avfall. Tre fjärdedelar av biogasen används för uppvärmning. Den sista fjärdedelen uppgraderas och distribueras via en tankstation intill anläggningen (VA Syd, 2016)

**Ulricehamn fordonsgas:** Ulricehamns energi producerar 0,9 GWh fordonsgas varje år (Benjaminsson och Nilsson, 2009). De framställer biogasen ur avloppsslam och efter uppgradering distribueras fordonsgasen ut till Ulricehamns publika tankställe (Ulricehamns Energi, uå)

**Sötåsen:** Biogasanläggningen som används som den första typstorleken är i det här projektet Sötåsens Naturbruksgymnasium som ligger i Töreboda kommun i Västra Götland. Det är ett gymnasium med inriktning mot lantbruk och djur, där biogasanläggningen används i utbildningssyfte, men också för forskning på gårdsbaserad biogas av bl.a. JTI. Biogasanläggningen byggdes år 2008 och är en våtröttningsanläggning. I anläggningen rötas främst den flytgödsel som produceras av de ca 70 mjölkkor som finns på gården. Dagligen produceras 5-10 ton flytgödsel på gården, vilket motsvarar ca 2300 ton/år. Produktionen går ner lite på sommaren på grund av att korna då är ute på bete. TS-halten i flytgödslet ligger på 6,9 % och VS-halten på 83 % och metanutbytet ligger på ca 200 Nm<sup>3</sup>/ton VS. Förutom flytgödsel används också djupströbädd i substratet (Olsson m.fl, 2014).

Sötåsens anläggning består av två stycken seriekopplade rötkammare med vardera en aktiv volym på 260 m<sup>3</sup>. Rötningen i den första rötkammaren sker vid 38-41 °C då den har ett inbyggt värmesystem. Den andra rötkammaren har ingen uppvärmning och temperaturen är på sommaren ungefär 30 °C och på vintern 20 °C. Det gödsel som går in i den första rötkammaren förvärms med hjälp av kylvatten från efterrötkammaren. Rötresten efter biogasprocessen används sedan som växtnäring inom skolans ekologiska växtodling (Olsson m.fl, 2014).

Biogasen som produceras i anläggningen används idag för att producera el och värme. Totalt produceras 200-450 MWh biogas/år, vilket är en väldigt liten anläggning sett till kartläggningen i utvärderingsprojektet. Biogasen omvandlas sedan till el- och värmeenergi i kraftvärmeenheten. Kraftvärmeenheten har en effekt på 15 kW och elen som produceras används på skolan och i biogasprocessen.

Det finns också en gaspanna som producerar värme. Värmen som produceras används till att värma rötkammaren och på skolan genom det existerande närvärmenätet (Olsson m.fl, 2014). Det är inte vanligt att biogasanläggningar i den här storleken har möjlighet att avsätta all producerad värme i ett fjärrvärmenät (Olsson, 2016).

Vid implementering av uppgraderingsteknik beräknas flödet av fordonsgas i genomsnitt ligga på ca 5 Nm<sup>3</sup>/h. Om hela flödet uppgraderas produceras 43 749 Nm<sup>3</sup>/år vilket motsvarar 33 518 kg fordonsgas. Den mängden skulle kunna försörja 49 bilar om man antar att varje bil åker 2 000 mil per år. På Sötåsen finns idag 2 personbilar, 5 minibussar och 1 gårdsbil som potentiellt skulle kunna ersättas med gasdrivna fordon. Det finns också planer på att ta dit en dual-fuel traktor med dispens för att använda mer av gasen. Läs mer om dispens och dual-fuel traktorer i aktörsanalysens avsnitt om arbetsmaskiner.

## 2.2 Ekonomiska förutsättningar

I detta kapitel introduceras de ekonomiska förutsättningarna för biogasproduktion idag. Som nämnts innan beror lönsamhet till stor del på hur rågasproduktionen hanteras. Detta ligger utanför systemgränsen, men ett grundantagande baserat på resultat av Jansson (2014) är att rågasproduktionen antas kosta 0,5 kr/kWh.

Eftersom en stor del av dagens biogas omvandlas till el har elpriset en påverkan på lönsamheten. Det är ett pris för försäljning av el och ett annat (högre) pris för inköp av el. Eftersom elpriset hela tiden förändras och är svårt att förutspå bidrar detta till stora osäkerheter i investeringskalkyler för biogasanläggningar med en kraftvärmeenhet.

Ett alternativ till el och värmeproduktion är att producera fordonsgas. Priset på fordonsgas ligger idag i genomsnitt på 16,87 kr/kg (Gasbilen, 2016a), vilket motsvarar 11,25 kr/L bensinekvivalenter. Detta motsvarar 1,3 kr/kWh, dock är 25 % av fordonsgaspriset moms, utan moms blir priset 0,97 kr/kWh fordonsgas. I Västra Götaland ligger priserna kring 17,8 kr/kg medan det i Stockholmsområdet och i Skåne ligger betydligt lägre på ca 15,7 kr/kg (Gasbilen, 2016b). Bensinpriset vid samma tillfälle låg någonstans kring 10-12 kr/L (Gasbilen, 2016b). Utan moms blir det ca 0,92 kr/kWh vilket visar på att priset på gas jämfört med bensin inte skiljer sig mycket sett till energiinnehåll, se tabell 1.

I tabell 1 sammanfattas de priser som har störst påverkan på investeringar kopplat till fordonsgas. Gödselgasstödet går att läsa mer om i avsnittet ekonomiska styrmedel.

Tabell 1: Siffror som använts vid beräkning av intäkter

Produkt	Pris	Antagen intäkt [kr/kWh]
<b>Fordonsgas</b>	16,87 kr/kg <sup>1</sup> (inkl moms)	0,97 (exkl. moms)
<b>Diesel</b>	12 kr/L <sup>2</sup> (inkl. skatter och moms)	0,92 (exkl. moms)
<b>Gödselgasstöd</b>		0,4 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Gasbilen (2016a). <sup>2</sup> SPBI (2016). <sup>3</sup> Jordbruksverket (2015).

Hur priserna på bensin, diesel, etanol, naturgas och fordonsgas har förändrats över tid visas i figur 2. Den visar att priset på bensin och fordonsgas, och delvis diesel följer varandra. Circle K garanterar 50 % biogas i den fordonsgas de säljer, vilket gör att de delvis är beroende av naturgaspriserna. Priserna på naturgas grundar sig i halvårsgenomsnitt, medan siffrorna för resten av bränslena grundar sig i månads-genomsnitt. I statistiken har alla priser konverterats till kr/kWh. Antaganden som gjorts för den konverteringen finns i tabell 2.

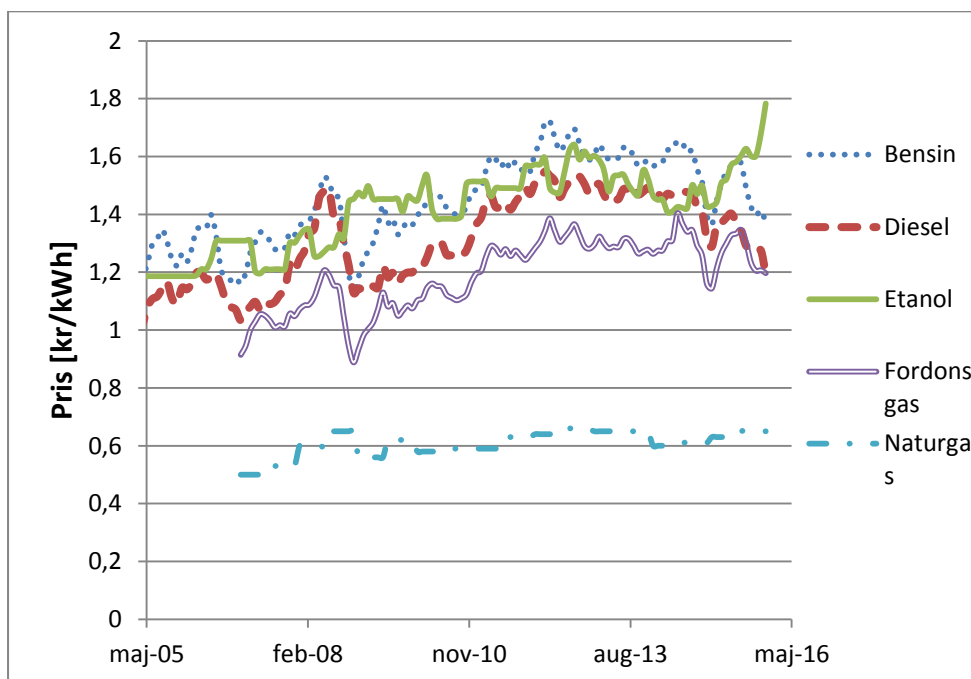
Tabell 2: Förteckning över de parametrar som används för konvertering av enheter för drivmedels-priser.

Drivmedel	
<b>1 L bensin<sup>1</sup></b>	9,06 kWh
<b>1 L diesel<sup>1</sup></b>	9,8 kWh
<b>1 L etanol<sup>1</sup></b>	6,6 kWh
<b>1 Nm<sup>3</sup> fordonsgas<sup>1</sup></b>	10,34 kWh <sup>2</sup>
<b>1 kg fordonsgas<sup>3</sup></b>	13 kWh

<sup>1</sup> Gasbilen, 2014

<sup>2</sup> Räknar med 50/50 biogas/naturgas.

<sup>3</sup> Biogasportalen, 2015



Figur 2: Figuren visar hur priset (inkl. moms) på bensen, diesel, etanol, fordonsgas och naturgas förändrats över åren. Det går att utläsa att bensen, diesel och fordonsgas tydligast följer varandra. Siffrorna för bensen, diesel och etanol kommer från Svenska petroleum och biodrivmedelsinstitutet (SPBI, 2016) medan siffrorna för fordonsgas kommer från Circle K (2016), före detta Statoil. Naturgassiffrorna kommer från Statistiska centralbyrån, industrikunder i förbrukarkategori I1.

### 2.2.1 Ekonomiska styrmedel

På nationell nivå sätts ramar i form av regler och lagar för biogasanläggningen och verksamheten som är kopplad till den. De ekonomiska förutsättningarna för anläggningen påverkas av beslut som tas på nationell nivå angående stödsystem och skatter. I det fallet spelar också EU en viktig roll då de är med och beslutar om vilka styrmedel som tillåts. EU-rättens statsstödsregler innebär att förnybara bränslen inte får överkompenseras jämfört med fossila bränslen. Om förnybara bränslen blir billigare än fossila med hjälp av statsstödet godkänns det inte (Finansdepartementet, 2015).

Den Svenska skattebefrielsen av biogas är ett exempel på styrmedel som måste godkännas av EU-kommissionen. I det här fallet ansökte regeringen om förlängning av skattebefrielsen efter 2015. Det var inte förrän december 2015 som beskedet kom att stödet skulle fortskrida fram till 2020. Regeringen hävdar att de fört en intensiv dialog med EU-kommissionen för att få till ett godkännande. Styrmedlet räcker i fem år till, dock vet företagarna fortfarande inte vad som händer om 5 år, vilket försvårar investeringsmöjligheterna. Under regeringens mandatperiod finns en målsättning om att ha regler på plats för stabila, långsiktiga och hållbara villkor för biodrivmedel, vilket är något som biogasbranschen efterfrågar (Kornebäck et al. 2015).



Idag finns det ett antal styrmedel som ekonomiskt stödjer utveckling och användning av förnybara drivmedel. De mer generella styrmedlen är:

- **Pumplagen:** Den här lagen innebär att tankställen som säljer mer än 1500 m<sup>3</sup> bensen också måste ha ett förnybart alternativ. Dock är tankning och distribution av biogas dyrare än andra bränslen, vilket gör att få väljer detta bränsle (Biogasportalen, 2015).
- **Supermiljöbilspremie:** Detta är ett stöd till den som köper en bil som släpper ut mindre än 50 g CO<sub>2</sub>/km (Biogasportalen, 2015)
- **Lokala trafikbestämmelser:** I vissa kommuner finns gratis parkering för miljöbilar (alla typer av gasbilar) eller supermiljöbilar (Biogasportalen, 2015)
- **Fordonsskatt:** Miljöbilar slipper fordonsskatt de första 5 år efter inköp. För tjänstebilar som drivs på gas är förmånsvärdet reducerat med 40 % eller max 16 000 SEK i nedsättning, vilket pågår fram t.o.m. 2016 (Biogasportalen, 2015)
- **Energibeskattnig:** Biodrivmedel är befriade från energi- och koldioxidskatt, dock beskattas inblandning av fossila bränslen så som naturgas, diesel och bensen. Detta gäller t.o.m. år 2020 (Biogasportalen, 2015). Även el och värme producerad från biobränslen är skattebefriade (Naturvårdsverket, 2015).

Det finns också investeringsstöd att tillgå:

- **Klimatklivet:** Stödjer klimatåtgärder som på lokal nivå bidrar till att uppfylla lokala och regionala strategier gällande minskade växthusgasutsläpp. Den åtgärd som gör mest klimatnytta per investerad krona beviljas stöd. Stödet ges också bara till investeringar som inte är lönsamma utan stöd (Naturvårdsverket, 2016).
- **Investeringsstöd till biogas:** Stödet riktar sig specifikt mot de som vill bygga en anläggning för produktion och användning av biogas. 40 % av utgifterna kan täckas upp med stödet som syftar till att öka tillgång och användning av förnybar energi (Jordbruksverket, 2016a)
- **Investeringsstöd till nya jobb på landsbygden:** Företag på landsbygden som breddar sin verksamhet kan få stöd upp till 40 % för t.ex. produktionsutrustning. Detta kan potentiellt användas av ett företag som hyr ut utrustning till biogasanläggningar (Jordbruksverket, 2016b).

Det finns ett styrmedel som främjar produktion av el, bl.a. från biogas:

- **Gröna elcertifikat:** Produktion av el från biogas berättigar till ett elcertifikat per producerad MWh. Dessa går att sälja på en elcertifikatsmarknad där kvotpliktiga elanvändare måste täcka en viss kvot av den konsumerade elen med elcertifikat (Naturvårdsverket, 2015). Priserna på elcertifikatmarkanden har varierat från 350 kr/MWh år 2008 till 150 kr/MWh år

2012. Systemet kommer att gälla t.o.m. 2030 (Biogasportalen, 2015). Genomsnittspriset för elcertifikaten ligger på ca 20 öre/kWh (Horner, 2016).

Till sist finns det ett ekonomiskt styrmedel som riktar sig specifikt till biogasanläggningar som använder gödsel som substrat:

- **Gödselgasstödet:** Detta är ett produktionsstöd som är begränsat till biogas producerad av gödsel. Det uppkom för att det finns stor miljönytta i att hantera stallgödsel i en biogasprocess och dessutom producera växtnäring och energi i form av el, värme eller fordonsgas. Stödet ligger på max 40 öre/kWh biogas från gödsel och gäller från 2016 fram till år 2023. Det krävs att anläggningen är småskalig, vilket betyder att motorn som används har en effekt på max 500 kW eller att produktionen fordonsgas maximalt uppgår till 50 000 ton fordonsgas per år (jordbruksverket, 2015).

Nya styrmedel från ”förslag till nationell biogasstrategi ” skriven av Malmkvist m.fl (2015):

- **Bonus-malus:** En subvention (bonus) ges till fordon med lägre utsläpp och en avgift (malus) läggs på fordon med högre utsläpp. Detta bör också innefatta en kompensering för skillnader i inköpspris av fordon, vilket öppnar upp för flera typer av bränslen.
- **Miljölastbilsdefinition och -premie:** En nationell definition av miljölastbilar kan ligga till grund för upphandlingar och främjar övergången till förnybara bränslen. Med hjälp av en premie för dessa fordon främjas utvecklingen av nya tekniker på marknaden ytterligare.
- **Gasbusspremie:** Kollektivtrafiken är viktig för biogasmarknadens framväxt, därför föreslås en gasbusspremie som främjar användningen av fordonsgas i bussar. Fordonsgasen bidrar med lägre luftföroreningar, minskade utsläpp av växthusgaser och ett slutet kretslopp i kommuner där insamlat matavfall används till produktion av biogas.

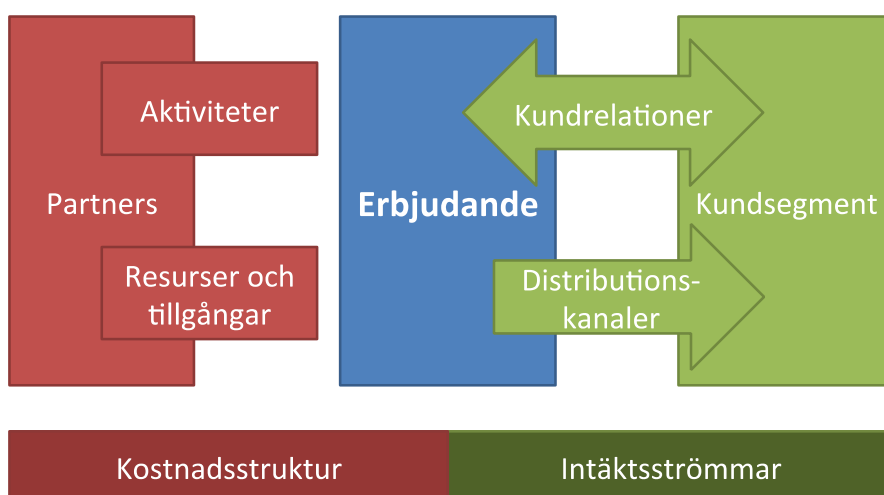
Eftersom det idag enligt branschen är svårt för biogas att konkurrera ekonomiskt med fossil energi finns det ett behov av ekonomiska styrmedel som hjälper till att stimulera marknaden. Genom dessa stöd blir det möjligt att utveckla ny teknik på området och bygga upp ett kunskapsunderlag för driftpersonal och anläggningsägare. En svårighet som nämns av branschen är att styrmedlen idag inte är tillräckligt långsiktiga (Malmkvist m.fl., 2015).

## 2.3 Affärsmodeller

Definitionen av en affärsmodell är att den beskriver den rationella grunden i hur en organisation skapar, levererar och fångar värde. För att bättre förstå vad en affärsmodell är beskrivs här två metoder för att analysera och skapa en affärsmodell.

### 2.3.1 The business model canvas

I boken "Business Model Generation" skriven av Alexander Osterwalder och Yves Pigneur förklaras verktyget "the business model canvas". Canvasen kan ses som ett målarduk där de nya idéerna växer fram. Det finns nio stycken delar som tillsammans beskriver en affärsmodell. Det är erbjudandet, kundsegment, distributionskanaler, kundrelationer, resurser/tillgångar, aktiviteter, partners, intäktsströmmar och kostnadsstruktur. Genom att utreda varje del kan en helhetsbild över affärsmodellen skapas. Det är här "the business model canvas" kommer in i bilden som ett verktyg för att beskriva nuvarande eller nya affärsmodeller. VerktYGets styrka är att de nio parametrarna redan definierats, vilket gör att användaren kan vara trygg i att hela affärsmodellen täcks in (Osterwalder och Pigneur, 2010). Figur 3 är en illustration av verktyget "the business model canvas". I mitten presenteras erbjudandet som sedan avgör hur resten av canvasen ser ut. Till höger i bilden visas de delar som påverkar intäktsströmmarna, vilket kan beskrivas som företagets fasad. Till vänster beskrivs delarna som avgör kostnadsstrukturen hos företaget. Vidare kommer nu varje del att beskrivas lite djupare.



Figur 3: En bild av verktyget "the business model canvas" som tagits fram av Alexander Osterwalder och Yves Pigneur i boken "business model generation".

#### *Erbjudande*

**Erbjudandet** är den produkt, tjänst eller idé man säljer eller vill sälja. Detta är vad som skapar värde för kundsegmentet genom att lösa ett problem eller uppfylla ett behov. Erbjudandet beskriver vad som är unikt med företaget, varför kunderna ska välja just detta företag. Det kan vara en helt ny produkt/tjänst eller en redan existerande.

rande produkt/tjänst med nya adderade funktioner. Preciseringsen av organisationens erbjudande kan både vara kvantitativ t.ex. gällande tid för leverans eller pris och/eller kvalitativ t.ex. genom kundservice eller design. Värde kan preciseras på många sätt och några fler exempel är att tillgängliggöra en produkt/tjänst, reducera risker eller kostnader, genom ett varumärke eller genom ökning av prestanda hos produkten/tjänsten. Det behov som erbjudandet uppfyller kan vara nytt hos kundsegmentet, eller uppfyllas bara av en begränsad kundgrupp.

#### *Kundsegment, distributionskanaler och kundrelationer*

Den första delen är **kundsegment** vilket beskriver för vilka personer eller organisationer företaget skapar värde. Vilka de är och vilka problem och behov de har. Det handlar om att gruppera kunderna i olika små eller stora segment utifrån problem, behov, och betalningsvilja för att därefter kunna fastställa hur de nås genom distributionskanaler och kundrelationer. Fler exempel är den stora massan, nischade, segmenterade, diversifierade och multilaterala kundsegment. Den stora massan är den största gruppen där kundsegmentet inte specificeras mer än så, vilket kan passa vissa erbjudanden. Det nischade kundsegmentet är en mindre grupp som har väldigt specifika förutsättningar, vilket erbjudandet anpassas efter. Ett segmenterat kundsegment har många förutsättningar gemensamt, men det finns en parameter som gör att de kan delas upp i mindre grupper. Ett diversifierat kundsegment är när det består av två helt åtskilda kundgrupper med olika behov och problem där erbjudandeportfolion innefattar båda. Ett liknande kundsegment är de multilaterala kundsegmenten som består av två eller fler åtskilda kundgrupper som behövs för att erbjudandet ska fungera, t.ex. en tidning med en kundgrupp som är läsarna och en som är annonsörerna. Skillnaden på diversifierat och multilateralt kundsegment är att det diversifierade är ett sätt att öka antalet marknader man är aktiv inom medan det multilaterala kundsegmentet består av flera kundgrupper som är kopplade till olika delar av erbjudandet. Erbjudandet är här beroende av att alla kundgrupperna finns, t.ex. en tidning behöver dels annonsörer, men också läsare vilket är två olika kundgrupper.

Gränssnittet mot kunderna kallas **distributionskanaler**. Det beskriver organisationens kommunikations-, distributions- och säljkanaler. Dessa kanaler informerar kunderna om att företaget och erbjudandet finns, hjälper kunden att utvärdera erbjudandet, möjliggör inköpet, levererar erbjudandet och når kunden efter inköpet. Kanalerna delas in i de egna eller partnerägda och direkta och indirekta. Utvecklingen av kanalerna sker genom att analysera hur kundsegmentet vill bli nådda, hur de nås idag och vilka kanaler som fungerar bäst.

**Kundrelationer**, beskriver typen av relation som finns med kundsegmentet. Motivationen till att ha kundrelationer är att man antingen vill fånga in kunder, behålla kunder eller öka försäljningen. Hur detta genomförs påverkar kundens upplevelse av företaget, det finns därför ett antal olika sätt att etablera kundrelationer. Några exempel på det är personlig kontakt (på olika nivåer från en dedikerad personlig kontakt till telefonförsäljning och e-mail), självbetjäning, anpassad självbetjäning (erbjudanden anpassas till specifik kund via t.ex. ett konto på en webbsida), communities (ofta online, där kunder träffas och utbyter erfarenheter) och den sista är

samarbete mellan kund och företag t.ex. kunder som designar eller recenserar produkter.

Ett exempel på när distributionen påverkar kundrelationerna är i de fall där en producent levererar produkten direkt hem till kunden utan mellansteg. Produkter som kött och grönsaker från bönder i närområdet säljs idag genom e-handel och levereras direkt hem till kunden.

#### *Tillgångar, resurser, aktiviteter och partners*

För att få affärsmodellen att fungera behövs **tillgångar och resurser**, det behövs t.ex. för att skapa erbjudandet, nå marknaden, få in intäkter och upprätthålla relationer med kundsegment. Formen för en tillgång kan vara fysisk, intellektuell (varumärken, copyrights och patent), ekonomisk eller mänsklig. Alla resurser kanske inte finns på företaget, men då kan de istället finnas hos t.ex. en partner.

Förutom tillgångar och resurser behövs det ett antal **aktiviteter** för att få en fungerande affärsmodell. Både resurserna och aktiviteterna är specifika för olika branscher eller typer av företag. Aktiviteterna går att kategorisera utifrån tre olika typer: produktion, problemlösning och plattformsarbete. Designen och utvecklingen av produkten kopplas till kategorin produktion medan att lösa kunders problem t.ex. inom sjukvården eller konsultbranschen hör till den problemlösande kategorin. Den sista kategorin innebär att upprätthålla och utveckla nätverk och plattformar så som hemsidor eller varumärken.

**Partners** nämndes tidigare tillsammans med resurser, vilket är en viktig uppgift som en partner kan lösa. Ett partnerskap kan också gå ut på att minska risker eller att utnyttja fördelar av storskalighet i t.ex. produktionen. Ett partnerskap kan skapas mellan två icke-konkurrerande företag eller mellan två konkurrerande. Det kan också skapas för att hitta nya gemensamma affärer eller för att säkra tillgången på t.ex. utrustning från en underleverantör.

#### *Intäktsströmmar och kostnadsstruktur*

Den sista delen på den här sidan av canvasen är **intäktsströmmarna**. Denna är väldigt viktig då det handlar om hur företaget får intäkter från kundsegmentet. Det handlar dels om vilken metod som används för prissättning och hur företaget får in transaktionen. Prissättningen delas upp i fast och dynamisk prissättning. Exempel på fasta prissättningsmetoder kan vara listade priser, pris utifrån volymer, design eller kundsegment. De dynamiska prissättningsmetoderna är bl.a. förhandling, auktionering eller pris utifrån marknaden. Transaktionen kan också vara en engångsföreteelse eller på något sätt vara pågående genom t.ex. prenumeration. Intäkterna kan komma in från olika typer av erbjudanden som ägande av produkt, användning av tjänst, att få tillgång till produkt/tjänst under begränsad tid, uthyrning, licensiering av kund för tillgång till produkt/tjänst, annonsering eller courtagavgifter.

En bransch som just nu förändrar sina intäktsströmmar är bilbranschen som traditionellt sätt säljer ägandet av bilen men som nu börjar utveckla olika typer av uthyrningsmodeller med mer jämna intäktsströmmar under längre tid.

Att upprätthålla nyckelaktiviteter med tillgängliga nyckelresurser skapar en viss **kostnadsstruktur** som också bör analyseras. Vissa affärsmodeller är kostnadsdrivna, vilket innebär att man gör allt för att minimera kostnaderna för att på billigast sätt erbjuda värde för kunden. Den andra kategorin är de värdedrivna företagen där värdet står i fokus. Här blir service och design viktiga parametrar för ett kundsegment som är villiga att betala för den typen av erbjudande. Det finns olika typer av kostnader där fasta och rörliga kostnader ingår. Ytterligare kostnader är de som blir lägre på grund av skalfördelar dels vid inköp men också vid hantering av distributionskanaler och resurser. Stora företag kanske redan har existerande kanaler och tillgängliga mänskliga resurser, vilket underlättar för en ny produkt/tjänst.

### 2.3.2 The flourishing business canvas

Det finns perspektiv som saknas i ”the business model canvas” enligt Antony Upward. Han har istället utvecklat modellen så att man med hjälp av den kan utveckla en hållbar affärsmodell, vilket är jätteviktigt för omställningen mot en mer hållbar värld. Han har lagt till två kategorier förutom ekonomi, vilka är samhälle och miljö. I samhällskategorin breddas begreppet resurser och aktiviteter medan ekosystemsaktörer och samhällets behov adderas. I kategorin miljö tillkommer två faktorer och de är naturens resurser och ekosystemstjänster. Det som i slutändan mäts, förutom intäkter och kostnader är vilka nyttor företaget bidrar med till samhället och miljön och vad detta kostar för samhället och miljön. Modellen tar också med vilka mål företaget har och om de uppnås med hjälp av den framtagna affärsmodellen (Upward, 2013).

### 2.3.3 Ägandeformer och finansieringsmodeller

#### *Aktiebolag*

Aktiebolag är ett vanligt sätt att äga ett företag som i sin tur äger tillgångar. Aktiebolag styrs av en styrelse och ägs av aktieägarna som genom en årlig bolagsstämma kan vara med och påverka företaget. Aktieägarna har rätt till en del av vinsten, men riskerar också att förlora de pengar de satt in i företaget (Bolagsverket, 2014).

#### *Uthyrning*

Även olika typer av affärsmodeller där ägandet byts ut mot att dela på saker genom att hyra ut osv. ökar. Trenden går mot att fler personer inte vill äga bil, enligt en undersökning vill 3 av 10 inte äga en bil (Edlund, 2016). Dessa trender pekar på en förändrad syn på bilresande som på något sätt skulle kunna knytas till distribution av fordonsgas på landsbygd. Ett företag som redan finns idag konverterar gamla bilar till gasbilar för att sedan hyra ut dem till i princip självkostnadspris. Han har stor beläggning på sina bilar och behöver i dagsläget inte någon ytterli-

gare marknadsföring. Idén är resurseffektiv och gynnar landsbygden där ett stort transportbehov finns (Gänger, 2016)

Ett alternativ till att äga en egen bil är en bilpool. Drivkrafterna för att vara med i en bilpool är att man inte behöver sin bil så ofta och att det då är mer ekonomiskt att vara med i en bilpool samt att det finns en miljömedvetenhet hos kunderna. På vilket sätt man använder sin bil påverkar om det är mer ekonomiskt att vara med i en bilpool eller inte. Den som är beroende av sin bil varje dag kommer troligtvis inte tjäna på att gå med i en bilpool, medan den som åker mer sällan sparar pengar på att vara med i en bilpool. Fördelar med en bilpool är att man kan välja bil efter behov och man får förhållandevis nya bilar, vilket innebär hög säkerhet (Wiberg, 2015).

#### *Andelsägande*

Detta är en typ av ägande som delas av flera människor. Det kan se ut på många sätt och mer traditionellt kan det vara två eller tre personer som delar på investeringen. På senare tid har det blivit allt vanligare att ett större antal människor delar på ägandet och där har vindkraftsbranschen varit framgångsrik. De har applicerat några olika varianter som alla går ut på att man är delägare i ett vindkraftverk. En variant är att man får köpa el till självkostnadspris motsvarande den mängd man förbrukar. En annan variant är att man varje år delar föreningens vinst mellan ägarna (Vindkooperativ, 2016).

Gemensamt ägande och samåkning kan vara ett alternativ till en bilpool. Ett projekt kopplat till samåkning finns i Broddetorp som ligger mellan Skövde och Falköping där man genom mobilen kan samordna bilresandet. Broddetorp har ungefär samma förutsättningar som Töreboda och den här typen av aktivitet kan vara en del av lösningen för transportsektorn på landsbygden (Zeiljko, 2015).

#### *Konventionell finansiering*

Att finansiera en investering görs vanligtvis genom eget kapital eller genom lån hos bank. Banken tar ut en ränta på det lånade kapitalet, vilket blir en extra kostnad för finansieringen.

#### *Användarfinansiering (crowdfunding)*

Den här metoden går ut på att entreprenörer lägger ut idéer till en produkt eller företag som sedan kan möjliggöras genom att synliggöras på hemsidor där potentiella användare får möjlighet att stötta idén ekonomiskt. Det kan ske genom att intresserade privatpersoner eller företag köper en produkt som ännu ej finns och om insamlingen når den av entreprenören uppsatta gränsen kan produkten bli verklighet och då nå användaren. Det är ett sätt att finansiera nya idéer samtidigt som det också är ett sätt att pröva nya idéer på kunder för att se om marknaden är mogen. En utveckling av crowdfunding som kallas equity crowdfunding är ett sätt för entreprenörer att erbjuda sina kunder vinstandelar (Waldén, 2012).

Finansieringsmetoden på Wapnö gård går ut på att med hjälp av kretsloppslån från privatpersoner och företag finansiera biogasproduktionen. Som återbetalning erbjuds kunden konferenser eller möten på anläggningen med restaurang och övernattning på anläggningen. Det går även att ge lånet som en gåva till en ideell förening vilken då får möjlighet att plocka ut gåvan på Wapnö gård (Bengtsson, 2016).

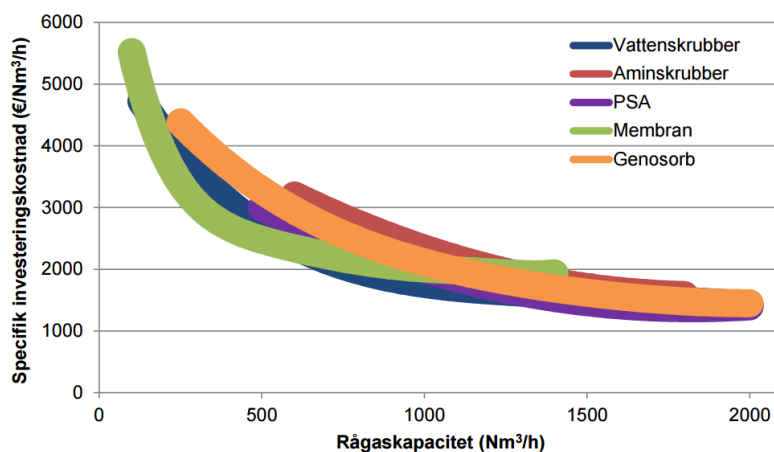
## 2.4 Tekniskt system

### 2.4.1 Uppgradering

Biogasen som producerats i rötammaren har en halt på ca 60-65 % metan. Enligt den svenska standarden (läs mer i kapitel 2.3.1) ska biogas som används i fordon ha en metanhalt kring 97 %, vilket gör att rågasen måste uppgraderas. Det finns olika tekniker för att göra detta och de har lite olika egenskaper som gör det mer eller mindre lämpliga vid småskalig uppgradering, vilket behandlas i följande kapitel.

#### *Konventionella tekniker*

De konventionella teknikerna för uppgradering av biogas som finns idag är vattenskrubber, pressure swing adsorption (PSA), organisk absorption, absorption genom kemisk reaktion (aminskrubber) och alla de konventionella uppgraderingsteknikerna blir billigare med högre gasflöde, vilket kan ses i figur 4. De konventionella teknikerna som finns småskaligt är Vattenskrubber, PSA och membran-separation (Bauer, 2014).



Figur 4: Den specifika investeringskostnaden för konventionella uppgraderingstekniker (Bauer, 2014).



### *Nya tekniker*

Utvecklingen av nya uppgraderingstekniker sker på olika håll, de tekniker som presenteras här nedan är de som ska demonstreras på Sötåsen.

#### **Processintern metananriktning**

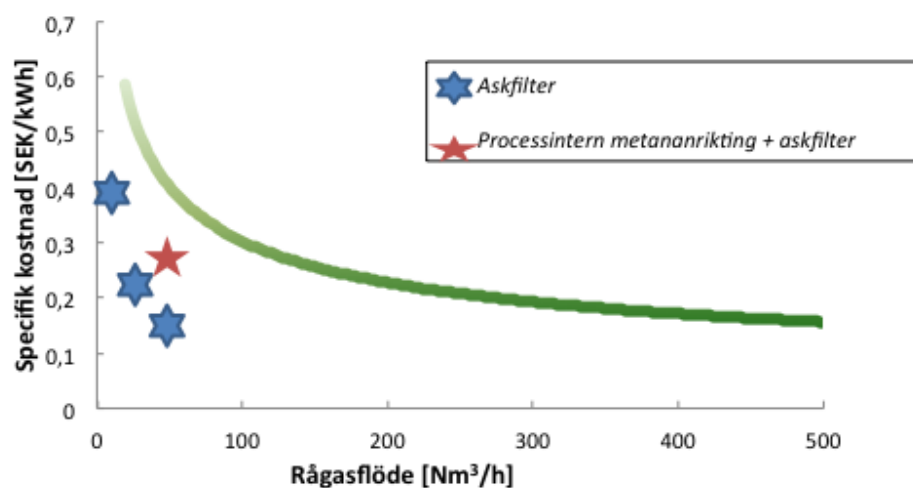
Detta är en relativt enkel teknik som enligt Andersson (2014) har potential att minska kostnaderna för småskalig uppgradering. Tekniken går ut på att innehållet (slammet) i rötkammaren förs igenom en desorptionskolonn där löst koldioxid desorberas med hjälp av ett luftflöde. Detta gör att biogasen som kommer ut från processen innehåller ca 85 % metan istället för 55-65 %. Det är inte bara koldioxid som avskiljs i desorptionen utan också en del svavelväte och ammoniak (Andersson, 2014)

De ekonomiska beräkningarna pekar på förhållandevis låga kostnader, vilket beror på att processen är enkel då den inte behöver klara några höga tryck eller temperaturer. Dock blir gasen inte uppgraderad till den svenska standarden för gasfordon, vilket gör att processen behöver kompletteras med en annan uppgraderingsteknik, t.ex. ett askfilter, för att nå den marknaden (Andersson, 2014). För ytterligare kostnadsuppgifter se kapitlet om uppgradering i resultatdelen. Se även figur 5.

#### **Askfilter**

Tekniken går ut på att aska från trädbränslen kan binda koldioxid genom karbonatisering. De försök som har gjorts visar på att i princip all koldioxid tas upp av askan som samtidigt stabiliseras. Svavelväte kommer också att tas upp av askfiltret, där metalljoner i askan binder till svavel och bildar olika sorters metallsulfider. När askan är mättad kan den återföras till skogen och askfiltret fylls på med ny aska. Det går åt en hel del aska, vilket gör att tekniken lämpar sig bra för lägre gasflöden (Andersson, 2013)(Andersson, 2016).

Det är övertrycket i rötkammaren som driver gasen genom askfiltret, vilket gör att det inte krävs någon komprimering, fläktar eller trycksatta kärl. Detta gör att investeringskostnaden för utrustningen är lägre jämfört med andra processer. Dock krävs mer arbete för komprimering efter uppgraderingen, just på grund av att gasen inte är trycksatt när den kommer ut (Andersson, 2013). Investeringskostnaderna presenteras i uppgraderingsdelen av resultatet. I figur 5 ges en uppfattning om vart kostnaderna för de nya teknikerna ligger, jämfört med de konventionella som visas som en grön linje i figur 5.



Figur 5: Specifik kostnad för processintern metananrikning och askfilter, jämfört med konventionella tekniker (Andersson, 2016).

En kartläggning av kostnaderna för ett antal småskaliga uppgraderingsanläggningar presenteras i tabell 3.

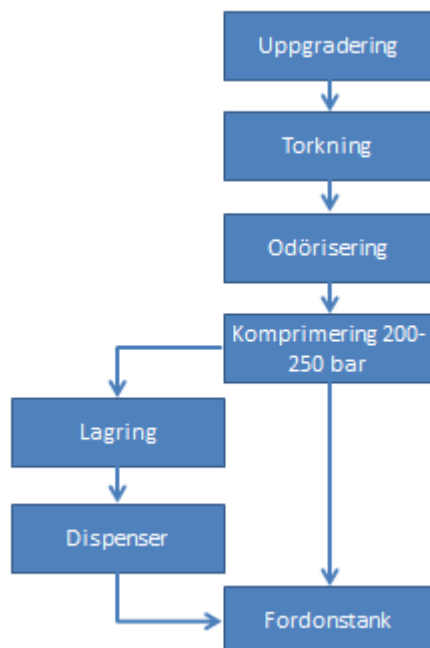
Tabell 3: En sammanställning av kostnader kopplade till småskalig uppgradering

Företag	Teknik	Rågasflöde [Nm <sup>3</sup> /h]	Ungefärlig storlek [GWh]	[SEK/kWh]	Investerings- kostnad [MSEK]
<b>Biorega</b> <sup>1</sup>	Vattenskrubber	17	1	0,62	
<b>Biosling</b> <sup>2</sup>	Vattenskrubber	19	1,1		
		72	4,5	0,15-0,25	3,5-4,5
<b>Metener</b> <sup>3</sup>	Vattenskrubber	10	0,6		1,3
<b>Neo-Zeo</b> <sup>3</sup>	PSA	50	3,1		2,4
<b>Blue BONSAI</b> <sup>3</sup>	Membranseparation	1-15	0,1-0,9		
<b>MemfoACT AS</b> <sup>4</sup>	Membranseparation	6	0,4	0,57	0,71
		9,5	0,6	0,44	0,89
<b>Biofrigas</b> <sup>3</sup>	Kryogen separation	35	2,2		5
<b>Xebec</b> <sup>5</sup>	PSA/membran	16	1		
<b>JTI</b> <sup>6</sup>	Processintern metananrikning (80 % metan)	41,7	2,6	0,14	1,37
<b>JTI</b> <sup>7</sup>	Askfilter	8	0,5	0,34	0,95
		16	1	0,22	1,10

<sup>1</sup>Biorega AB. <sup>2</sup>Biosling, 2014. <sup>3</sup>Persson, 2013. <sup>4</sup>Liljemark m.fl., 2013. <sup>5</sup>Sorschak, 2016 <sup>6</sup>Andersson, 2014.

<sup>7</sup>Andersson, 2016.

## 2.4.2 Tankning



Figur 6: En översiktlig bild över de komponenter som undersöks i detta kapitel.

### *Torkning*

Den uppgraderade gasen bör avskiljas från vatten genom torkning för att undvika att den reagerar med koldioxid eller svavelväte, vilket kan leda till oönskad korrosion i kompressorer och tankar (Benjaminsson, 2006). Det finns olika metoder för torkning: kondensation, absorption eller adsorption.

**Kondensation:** ett enklare system för vattenavskiljning är kondensstappning där vattnet tappas ut ur kärl som placeras i lågpunkter i processen. Genom denna metod kan daggpunkten endast nå omgivningstemperaturen, vilket gör att det oftast behövs ett kompletterande system (Energigas Sverige, 2012). Genom att istället höja trycket och sänka temperaturen sänks biogasens daggpunkt, på så sätt avskiljs vattnet från biogasens. Ibland räcker det med kylning för att separera vattnet (Benjaminsson, 2006). I processen kan viss del löst ammoniak avskiljas tillsammans med vattnet (Vienna university of Technology, 2012).

**Absorption:** kan ske kemiskt genom att leda gasen genom ett absorberande material t.ex. salt som sedan byts ut när det mättats. Fungerar bra vid låga tryck. Absorptionen kan också ske fysikaliskt och då leds gasen istället genom t.ex. en glykollösning som sedan kan regenereras med hjälp av vakuum och uppvärmning. Denna metod integreras ofta i koldioxidavskiljningsprocessen (Energigas Sverige, 2012)

**Adsorption:** den här tekniken går ut på att adsorbera vattnet med hjälp av t.ex. kiselgel, aluminium- eller magnesiumoxid. Adsorptionen sker i en behållare med något förhöjt tryck, ca 5-8 bar, och regenereringen sker i en annan behållare med lägre tryck. Regenereringen sker med hjälp av en liten mängd torkad gas, vilket sedan går tillbaka till adsorberingsbehållaren (Benjaminsson, 2006).

Det finns ett antal leverantörer av torkningsutrustning, t.ex. Xebec, MTA och Siloxa.

### *Odörisering*

Detta är en process där ett odöriseringsmedel tillsätts gasen. Genom att luktsätta gasen som annars är luktlös kan gasläckage lättare upptäckas. En dosering på ca 5-30 mg/Nm<sup>3</sup> av tetrahydrotiofen (THT) eller merkaptaner görs för att uppnå de krav som ställs på fordonsgas i Sverige, se mer i kapitlet standarder och regelverk (Energigas Sverige, 2012). Doseringen kan göras på den trycksatta gasen, vilket kräver dyr utrustning men är den vanligast förekommande metoden idag. Försök med att istället dosera medlet innan komprimering har gjorts där en del av gasflödet leds iväg till en doseringskammare för att sedan återföras till huvudflödet (Kättström, 2016).

### *Komprimering*

I det här steget finns inget vatten kvar i gasen och den kan då komprimeras utan risk för korrosion. Det finns olika tekniker som beskrivs av Thärn (2014). Det finns kompressorer som klarar av gas med vatteninnehåll, där syntetiska oljor tillsätts. De kallas för oljeinsprutande kompressorer och oljan väljs utifrån gasens sammansättning. Dessa har ofta problem med att oljan förorenar gasen. De andra kompressorerna kräver att gasen torkas innan komprimering. I stora drag finns det två sorters kompressorer, kontinuerliga och pulserande kompressorer. De kompressorer som är intressanta för att komma upp i tryck på 200 bar är skruvkompressorn, kolvkompressorn och skrollkompressorn, de är alla pulserande kompressorer.

Kompressorerna måste vara anpassade och godkända för att få hantera brandfarlig gas, vilket kan påverka materialval och elektriska installationer. Kompressorn ska uppfylla krav i maskindirektivet och ATEX-direktivet samt följa SS-EN 1012-3 och vara CE-märkt enligt båda direktiven (Energigas Sverige, 2015). Det måste också finnas funktioner för kylning av den komprimerade gasen för att effektivisera komprimeringen och skydda utrustningen.

Det finns ett utbud av kompressorer för små gasflöden. Många av dem har tillämpning i ett naturgasnät där de t.ex. används för hemmatankning. En kartläggning över leverantörer av kompressorer presenteras i tabell 4. Kartläggningen har utgått ifrån gasflödet som ska ligga någonstans kring 5-15 m<sup>3</sup>/h. De minsta kompressorerna används för hemmatankning av hushåll kopplade till naturgasnät ute i Europa, de större är anpassade efter en lite större fordonsflotta. Det finns ett antal

leverantörer som ser en marknad i att ha tankningen hemma, vilket kan bero på att det i Europa finns ett utbrett naturgasnät som är kopplat till hushåll.

Tabell 4: Leverantörer av småskalig komprimering.

Företag	Modell	Gasflöde [m <sup>3</sup> /h]	Effekt [kW]	Energiför- brukning [kWh/m <sup>3</sup> ]	Ingående tryck [mbar]	Pris [SEK]
Nardi compressor <sup>1</sup>	CNG 1.0	3,6	1,5			
	CNG 5.0	18	7,5			
Gasfill <sup>2</sup>	HOME	2		0,65	21	40 000- 65 000 <sup>7</sup>
BRC fuelmaker <sup>3</sup>	PHILL	1,5	0,85		17-35	
	FMQ 2.5	3	1,2		27-35	95 000 <sup>5</sup>
	FMQ 10	12	3,6		18-100	285 000 <sup>5</sup>
Motor Jikov CNG <sup>4</sup>	MJ compact 05	5	2,2		10-30	65 000 <sup>8</sup>
CNG Canada Inc. <sup>6</sup>	MCH5 CNG Compressor	5	3		17-200	
	MCH10 CNG Compressor	10	4		17-200	

<sup>1</sup> Nardi compressor, 2016. <sup>2</sup> Gasfill, 2016 <sup>3</sup> BRC fuelmaker. <sup>4</sup> Motor Jikov, 2012. <sup>6</sup> Sällvik m.fl., 2011. <sup>7</sup> CNG Canada Inc., 2012. <sup>8</sup> Gasfill, 2016

<sup>9</sup> Kättström, 2016.

### Lagring

Lagring av fordonsgas sker efter komprimering vid 200-300 bar i högtryckscylindrar. Det finns cylindrar i stål, en blandning av stål/aluminium och komposit samt rena kompositcylindrar. Priset för stålcylindrarna är lägre, men nackdelen med dem är att de är tyngre. Detta är en stor nackdel om gasen ska transporteras lagrad i cylinder då vikten begränsar mängden gas som kan transporteras (Sällvik m.fl., 2011). En cylinder innehåller ungefär 80 L komprimerad gas, vilket motsvarar ca 37,5 Nm<sup>3</sup> gas. Lagringen behöver inte ske i ett lastväxlarflak utan även ett mindre antal flaskor kan användas. Vid dimensionering av lagringsbehovet antas en nyttovolym, vilket är den gasvolym som kan tas ut ur högtryckslagret. Transporten av gas ur högtryckslagret drivs av tryckskillnader, vilket gör att lagret kommer att innehålla en viss mängd gas då det slutat leverera gas (Kättström, 2016).

Gascylindrarna säljs av många leverantörer och går att fås i ett paket ihop med kompressor, i ett färdigt rack eller lastväxlarflak eller bara som enskild cylinder.

Snabbtankning och kombinerad tankning kräver båda någon typ av lagring. Det finns två olika tekniker för detta, buffert- eller kaskadlagring, med olika för- och nackdelar. Vilken lagring som väljs påverkar tiden det tar att fylla upp fordonstanken, hur välfylld tanken blir och hur mycket energi som krävs (Yang m.fl., 2014).

**Buffertlagring** – Här hålls trycket på samma nivå i alla gasreservoarer, kring 200-250 bar. Gasen fyller på fordonstanken med ett tryck på maximalt 200 bar och tankningen sker genom att gasen drivs av tryckutjämningen (Yang m.fl., 2014).

**Kaskadlagring** – Gasen är uppdelad i tre reservoarer med tre olika trycknivåer. Vid tankning av fordon påbörjas tankningen från reservoaren med lägst tryck för att sedan, när flödet gått ner till en viss nivå, byta till reservoaren med lite högre tryck. Om det behövs kan också reservoaren med högt tryck kopplas på för att fylla tanken. Påfyllning av lagret sker i omvänd ordning där reservoaren med högst tryck fylls på i första hand.

Kaskadlagring använder hälften av energin jämfört med buffertlagring, dock fyller den ca 20 % mindre gas i bilen och det tar 3 gånger så lång tid (Yang m.fl., 2014).

#### *Tankningssystem*

Det finns idag två typer av tankningssystem: långsamtankning och snabbtankning, vilka också kan kombineras på olika sätt för att passa olika användningsområden. De parametrar som påverkar dimensioneringen är storlek på kompressor och lager (vilket begränsas av gasflödet eller användningen), tankningshastigheten och kostnaden. Utrustningen som används kan användas till både naturgas och biogas (Smith m.fl. 2014).

**Långsamtankning:** är en kostnadseffektiv lösning då det inte behövs någon lagring utan endast en kompressor (Smith m.fl. 2014). Det är ofta lite lättare att dimensionera den här typen av system då tekniken används för verksamheter med planerad användning, jämfört med publik snabbtankning som ofta har ett okänt användarmönster. Kompressorn kan vara förhållandevis liten då denna typ av tankning görs över lång tid (Cobey energy, uå)

**Snabbtankning:** skillnaden jämfört med långsamtankning är att komprimeringen görs till ett gaslager och att fordonet tankar ifrån det istället. Detta möjliggör tankning som tar ca 3-5 minuter, vilket är i samma storleksordning som tiden för tankning med konventionella bränslen. Kostnaden är högre för snabbtankning då det trycksatta gaslagret innebär en stor investeringskostnad. Detta system passar bra till publika tankställen, eller i verksamhet som pågår dygnet runt (Smith m.fl. 2014).

**Kombinerad tankning:** i verksamheter där det primära behovet kan täckas med långsamtankning kan ett visst behov av lagring förekomma. Finns det ett lager finns det också möjligheter till snabbtankning. Detta är en kombination av de tidigare teknikerna som lämpar sig bra för ett konstant gasflöde. När gasflödet inte komprimeras till ett fordon, komprimeras det till högtryckslagret. Behovet av lagringskapacitet minskar då en del av flödet går till långsamtankningen. Detta gör att kostnaderna blir lägre för kombinerad tankning jämfört med snabbtankning, dock är de fortfarande större jämfört med långsamtankning. (Smith m.fl. 2014).

Effekten på kompressorn beror också på vilket tryck den ingående gasen har. Vissa uppgraderingstekniker levererar trycksatt gas, vilket minskar behovet av kompressorkapacitet. Ju större effekt som används desto större och dyrare blir kompressorn, det blir också högre driftkostnader pga. att elanvändningen ökar ju större kompressor som används. Större effektbehov kan också leda till att det behövs en större säkring vid anslutningen till elnätet, vilket innebär en något ökad investeringskostnad (Smith m.fl. 2014).

En annan sak som påverkar investeringskostnaden är antalet tankningsposter (dispensrar). Vid långsamtankning behövs en till varje fordon som tankar, medan det vid snabbtankning räcker med kanske en eller två för ett flertal fordon. Långsamtankning av fordon som tillhör samma verksamhet minskar behovet av mätutrustning vid tankposterna, medan en publik tankstation kräver noggrann mätning vid varje tankpost (Smith m.fl. 2014). Vid publikt tillgängliga tankställen måste finnas flödesmätare som uppfyller kraven på noggrannhet när tankningsposterna har debitering och flödesmätarna bör kontrolleras vart annat år (Energigas Sverige, 2015).

Trycket i fordonet ska upp till 200-230 bar i +15 °C, vilket måste kontrolleras för att uppfylla säkerhetskrav. För detta behövs temperaturkompenserad tankning där utrustningen bör ha två funktioner som dels kontrollerar tankningstrycket till fordonet (A) och skyddar fordonet mot för högt leveranstryck (B). Behovet uppstår då trycket påverkas av omgivningstemperaturen och den tankade gasens egenskaper. Funktion A kan uppnås med antingen en regulator med referenskärl (en egenmediastyrad funktion) eller en PLC, alltså ett elektroniskt system. För att uppfylla funktion B ska antingen två ventiler med avstängningsfunktion som normalt är stängda t.ex. magnetventiler, kulventiler med fjäderstängande don eller egenmediastyrda ventiler placeras tillsammans med en läckflödesventil. Eller så ska det vara en läckflödesventil och en regulator (som beskrivs i funktion A) som kombineras med en avstängningsventil. (Energigas Sverige, 2015). Tankningsslangen måste ha två av varandra oberoende system som vid avsliten slang skyddar mot utsläpp av metan. Ett av systemen ska vara en dagbrottsventil. Munstycket ska följa SS-ISO 14469-1 eller SS-ISO 14469-2 samt ha en returgasanslutning (Energigas Sverige, 2015). Hur man bygger upp säkerhetssystem går att läsa mer om i EGN (Energigasnormerna) 2011.

Att tänka på vid placering av en tankstation är att avstånd till verksamhet utanför stationsområde t.ex. en väg, kraftledning, transformatorstation eller järnväg är reglerat. Det finns också speciella regler för tankstationer som tillhandahåller både biogas och andra bränslen.

Att ha en publik tankstation eller inte påverkar systemdesignen och på så sätt ekonomin. Ett hinder för publik tankning är de krav som ställs på leveranssäkerhet. Driftstopp och förändringar i levererad gas påverkar försörjningen, vilket kräver ett system för redundans. Fördelen med en publik tankning är att det genereras intäkter och om en anläggning producerar mer gas än den använder kan en publik station vara ett bra alternativ. Genom kartläggning av det egna behovet kan över-

skottet beräknas för att avgöra möjligheterna för en publik station (Smith m.fl. 2014). Om det inte är ekonomiskt försvarbart med en publik tankstation kanske en semi-publik station kan vara ett alternativ. Fördelen är att kraven på betalningssystemet minskar, liksom kravet på försörjningstrygghet, då antalet personer som tankar kan begränsas på ett annat sätt. Det går också att kontrollera användningen av den icke-publika tankstationen genom att skapa avtal med olika verksamheter med ett känt bränslebehov, som kollektivtrafik.

I Sverige i början av år 2016 fanns 162 st publika tankställen, det betyder att antal publika tankställen inte ökat nämnvärt från slutet av 2014 då antalet var 155 st. Antal icke publika tankställen låg då på 63 st, där de flesta är för tunga fordon. De flesta tankställena finns i södra Sverige kring de största städerna. Det är många tankställen som ligger längs naturgasnätet på västkusten och också i Stockholmsområdet, där det också finns ett lokalt gasnät. Det nordligaste tankstället ligger i Boden, norr om Luleå. De tankställen som ligger närmast Töreboda finns i Mariestad ca 2 mil bort och i Skövde ca 4 mil bort (gasbilen, 2016).

Uppskattningarna av kostnader som presenteras i tabell 5 gjordes av Hans Kättström på Nordic gas Solutions, som erbjuder sina kunder anpassade tankningssystem.

Tabell 5: Uppskattade investeringskostnader, för olika komponenter [kr]

Komponent	Kostnad [kr]
Kompressor 5 m <sup>3</sup> /h	65 000
Torkning	50 000
Odörisering	25-35 000
Rör	500-1000 kr/m
Högtryckslager rack med 15 flaskor á 37,5 Nm <sup>3</sup>	175 000
Inkoppling av 2 kompressorer och högtryckslager	50-100 000
Begagnad container (20 fot) för mobilitet <sup>1</sup>	11-17 500

<sup>1</sup> Containertjänst, uå.

Odöriseringen sker på lågtryckssidan med ett enkelt doseringssystem som är billigt att tillverka jämfört med utrustning på högtryckssidan. Med detta system kan en viss intrimning av doseringsmängden behövas. Kompressorn är gjord för långsam-tankning, men snabbtankning kan fås genom att koppla in ett högtryckslager. Det betyder att det går att bygga upp ett system för kombinerad långsam och snabb tankning.

#### 2.4.3 Distribution

Biogas och naturgas består båda av metan, vilket gör att de kan distribueras på samma sätt. Antingen i rörledningar eller i trycksatta behållare. Gasen komprimeras vid långväga transport för att minska kostnaderna. Det går även att transportera gasen i flytande form, men det är komplex och energikrävande process och an-



vänds därför bara för långväga transporter. För att öka redundansen i biogassystem används naturgas (Benjaminsson och Nilsson, 2009).

### *Gasledning*

Det finns idag lokala gasledningsnät för distribution av biogas i Syd- och Mellansverige där antingen rågas distribueras till gemensamma uppgraderingsanläggningar eller uppgraderad biogas distribueras till tankställen. Dessa nät är inte bundna till några naturgasnät, dock används flytande eller komprimerad naturgas i näten för uppgraderad biogas för att balansera tillgång och efterfrågan på gas. Med tanke på att tillgång och efterfrågan ska vara i balans uppstår ett behov av lagring i systemet. I de lokala gasledningsnäten tillsätts ingen gasol för att höja värmevärdet då biogasen är den primära produkten och därför sätter normen (Benjaminsson och Nilsson, 2009).

I tabell 6 presenteras kostnader för att anlägga en gasledning. Kostnaden beror delvis på hur stor ledning som byggs, vilket förklarar att kostnaden är lägre för den 32 mm stora ledningen.

*Tabell 6: Kartläggning av kostnader för anläggning av gasledning.*

Typ av mark (Källa)	Gasvolym [GWh/år eller diameter]	Kostnad [kr/m]
<b>Landsbygd<sup>1</sup></b>	15	500
<b>Tätort<sup>1</sup></b>	15	1000
<b>Lantbrukaren<sup>3</sup></b>	75	500-700
<b>Energibolag<sup>3</sup></b>	75	700-1500
<b>Landsbygd<sup>2</sup></b>	200	2500
<b>Stad<sup>2</sup></b>	200	5500
<b>Egen mark, hårdgjord<sup>4</sup></b>	32 mm	370
<b>Egen mark, åker<sup>4</sup></b>	32 mm	170
<b>Annans mark, hårdgjord<sup>4</sup></b>	32 mm	470
<b>Annans mark, åker<sup>4</sup></b>	32 mm	340

<sup>1</sup> E.ON et al., 2007

<sup>2</sup> Dahlgren et al., 2011

<sup>3</sup> Roth et al., 2009

<sup>4</sup> Johansson och Nilsson, 2007

Också resultatet i tabell 7 ligger lägre beroende på att en mindre gasledning avses.

Tabell 7: Räkneexempel utifrån LRF:s broschyr om biogas på gården skriven av Lars-Erik Jansson, LRF konsult. Utgår ifrån en sträcka mellan Sötåsens naturbruksgymnasium och Q-star 1750 m bort. Alla kostnader är utan investeringsstöd

	Kostnad [Kr/m]	Kostnad [kr]
1 vattendrag		100 000
2 vägar		2*20 000
1 järnväg		100 000
Grävning	80	140 000
Gasledning	45	80 000
Svetsning av ledning	300kr /50 m	11 000
Övriga kostnader	40	70 000
Investeringskostnad totalt	309	541 000

#### Transport med lastväxlarflak

Distribution av biogas med lastväxlarflak innebär att gasen komprimeras till 200 bar i trycksatta gasbehållare. Dessa lastas sedan i en container och körs med lastbil till kund. Den här typen av distribution är vanlig i områden utan gasledningsnät. Både komprimerad biogas och flytande biogas anses vara farligt gods i transportsammanhang, vilket innebär extra säkerhetsföreskrifter och regler, se kapitlet om tillstånd.

Ett lastväxlarflak med cylindrar av stål innehåller 1,4 eller 2,1 ton komprimerad gas. Ett ekipage kan transportera två lastväxlarflak, vilket ger en maximal last på 4,2 ton gas. Används istället gasbehållare av kompositmaterial, som innehåller 3,5 ton gas per lastväxlarflak, kan upp till 7 ton gas per ekipage distribueras, dock är dessa mycket dyrare än de i stål. Den maximala mängden gas distribueras genom att använda två lastväxlarflak i komposit och ett litet lastväxlarflak i stål, vilket skulle innebära att ekipaget kunde distribuera 8,4 ton gas. Distribution av flytande gas görs med trailer som lastar mer än 25 ton gas per ekipage (Benjaminsson och Nilsson, 2009). De lastväxlarflak som används av AGA innehåller 1400 Nm<sup>3</sup> gas vid 200 bar, vilket motsvarar ca 1 ton gas, och har en nyttovolym på drygt 90 % (AGA, 2016). Kostnad för lastväxlarflak anges i tabell 8. Enligt AGA (2016) kan siffran 37 kr/km anses vara lite för hög.

Tabell 8: Kostnader för transport med lastväxlarflak (Johansson och Nilsson, 2007).

	Kostnad
Lastbil [kr/km]	37
Växelflak [kr]	800 000

Det finns också så kallade ”rack” där ett antal gasflaskor placeras för att sedan flyttas. Dessa kan innehålla mindre mängd gas enligt Weimenhög (2016). Det kan vara samma typ av cylindrar som används i lastväxlarflak, bara att de är mindre till antalet.

### *Trygg försörjning*

En lösning på problemet med försörjning av gas kan lösas av AGA. De erbjuder en tjänst som heter Seccura, där de installerar utrustning på gaslagret som känner av trycket i gasflaskorna och beställer nya när trycket blir för lågt. Det passar inte perfekt till just denna applikation, men möjligtvis kan den utformas så att den mäter gasflödet, och om det har gått ner under en viss nivå en viss tid så beställs automatiskt extra flaskor. Eventuellt skulle ett avtal med en gasleverantör kunna upprättas där endast ett fåtal flaskor beställs när det behövs, utan övervakning. Att köpa ett flak med gas från AGA skulle kosta ca 9 kr/Nm<sup>3</sup>, vilket motsvarar ca 0,9 kr/kWh. (AGA, 2016).

Behovet av redundans finns även på icke publika eller semi-publika tankställen. Fordon som drivs av fordonsgas idag har även bensintankar, detta gör att kunderna kan tanka bensin vid brist på fordonsgas.

## 2.5 Standarder och regelverk

### 2.5.1 Standarder

För att kunna samdistribuera gas i pipeline eller konstruera fordon med gasdrift behövs gemensamma standarder. På naturgasmarknaden utgår standarden från gassammansättningen i den gas som utvinns, vilket inte gäller på samma sätt för biometanstandarder (E.ON Ruhrgas och GDF SUEZ, 2011). Biometan är benämningen på den metan som produceras genom att uppgradera biogas från rötning eller genom termisk förgasning. Biometan innehåller minst 80 % biogas (gasbilen, 2010). Det pågår nu en utredning i en av Europas standardiseringsorganisationer kallad European committee for standardisation (CEN). Där utreds en europeisk standard för naturgas och biometan som används i fordon, samt biometan som injiceras i naturgasnät. (CEN, 2016) Det pågår även ett arbete i gruppen ISO/TC 255 med att ta fram nya standarder för biogas. Den nya standarden är tänkt att underlätta den globala handeln med biogas, genom att specificera krav på gassammansättningen (ISO, 2014).

### *ISO-standard*

Standarden 15403 (se tabell 9) riktar sig mot producenter, fordonsförare, tankstationer och andra aktörer inom naturgasbranschen (ISO, 2010). Organisationen presenterar en teknisk rapport med information och förslag till passande gränser (Thrän et al., 2014).

Tabell 9: Förslag på gassammansättning för naturgas använd i fordon, ISO 15403 (E.ON Ruhr and GDF SUEZ, 2011)

Parameter	Gräns
Metan	$\geq 96 \%$
Koldioxid	$\leq 3 \%$
Syre	$\leq 0,5 \%$
Total mängd svavel	$\leq 120 \text{ mg/Nm}^3$
Merkaptaner (odör)	$\leq 15 \text{ mg/Nm}^3$
Vätesulfid (odör)	$\leq 5 \text{ mg/Nm}^3$
Vatten	$\leq -10$ till $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ tryckkondenseringspunkt (beror på lokala förhållanden)
Partiklar	Tekniskt fri ( $\leq 1 \mu\text{m}$ )
Olja	100 – 200 ppm

Standarden ska vara uppdaterad för ny teknik och marknadstrender för att inte begränsa utvecklingen av biogasindustrin. Sverige är representerade genom SIS (ISO, 2014). En av standarderna som tas fram av ISO/TC 255 heter ISO/AWI 20675 och ska innehålla villkor, definitioner och klassificeringssystem för biogasproduktion, uppgradering och användning av biogas (ISO, 2015)

#### Nationella standarder

Många länder i Europa har sina egna standarder för naturgas och biogas. Det beror på att den naturgas som finns tillgänglig inte har samma egenskaper, att man inte tycker det övergripande standarderna är tillräckligt strikta eller att standarden inte finns på internationell nivå. I Sverige finns en standard för uppgraderad och renad biogas som används i fordon, vilket det inte finns några övergripande standarder för inom Europa, se Tabell 10. Den tyska standarden DIN 51624 är en väldigt strikt standard som gäller för naturgas. Det innebär att den har gränsvärden för fler faktorer än de andra, vilket gör att naturgas från många andra länder stängs ute. I standarden finns också beteckningen L-gas som står för "low calorific gas" och H-gas som står för "high calorific gas" (Thrän et al., 2014).

De existerande nationella standarderna för biogas presenteras i tabell 10. Här ser man skillnaden på hur många parametrar som begränsas och skillnaderna på metanhalt t.ex. mellan olika länder (Svensson, 2011). Den svenska standarden heter SS 15 54 38 och innehåller krav enligt typ A och typ B. Skillnaden mellan typerna är att typ A har en gräns för metanhalt vid  $97 \pm 1 \%$  medan typ B har en gräns vid  $97 \pm 2 \%$ . Det betyder att det undre wobbeindexet i typ A ligger på 44,7-46,4 medan det i typ B ligger på 43,9-47,3 (Sällvik m.fl., 2011). Typ A får ha  $3 \pm 1 \%$  koldioxid, syre och kväve medan typ B får ha  $3 \pm 2 \%$ . Standarden gäller för snabbgående ottomotorer (Berglund et al., 2012). Vid injektion på naturgasnätet måste 7-9 volym-% propan tillsättas gasen för att få samma energiinnehåll som naturgasen på nätet (Sällvik m.fl., 2011).

Tabell 10: Krav på biometan vid inmatning på naturgasnät (Svensson, 2011)

Parameter	Österrike	Frankrike	Belgien	Tjeckien	Tyskland	Holland	Sverige	Schweiz
Metan [%]	≥ 96	≥ 86	≥ 85	≥ 96	-	≥ 85	≥ 97	≥ 96
Koldioxid [%]	≤ 3	≤ 2,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 6 (torr)	≤ 6	≤ 3	≤ 6
Syre [%]	≤ 0,5	≤ 0,01	-	≤ 0,5	≤ 0,5 (våt) , 3 (torr)	≤ 0,5	≤ 1	≤ 0,5
Väte [%]	≤ 4	≤ 6	≤ 0,1	-	≤ 5	≤ 12	≤ 0,5	≤ 4
Kolmonoxid [%]	-	≤ 2	≤ 0,2	-	-	<1	-	-
Total halt Svavel [mg/Nm <sup>3</sup> ]	≤ 10	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 45	≤ 23	≤ 30
Svavelväte [mg/Nm <sup>3</sup> ]	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 7	≤ 5	≤ 5	≤ 10	≤ 5
Merkaptaner (odör) [mg/Nm <sup>3</sup> ]	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 5	≤ 15	≤ 10	-	≤ 5 ppmV
Halogenföreningar [mg/Nm <sup>3</sup> ]	0	≤ 1/10 (Cl/F)	≤ 1/10 (Cl/F)	≤ 1,5 (Cl+F)	0	≤ 50/25 (Cl/F)	-	≤ 1
Tungmetaller [mg/Nm <sup>3</sup> ]	-	≤ 0,001 (Hg)	≤ 0,001 (Hg)	-	≤ 5	-	-	≤ 5
Siloxaner [mg/Nm <sup>3</sup> ]	≤ 10	-	-	≤ 6 (Si)	-	≤ 6,2 (Si)	-	-
Ammoniak [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Tekniskt ren	≤ 3	≤ 3	Inget	-	≤ 3	≤ 20	≤ 20
Vatten [mg/Nm <sup>3</sup> ]	-	-	≤ 110	-	-	-	≤ 32	-
Tryckvattendaggpunkt [°C]	≤ -8 (40 bar)	≤ -5 (P <sub>max</sub> )	-	≤ -10	Marktemp	≤ -10 (8 bar)	≤ t <sub>min</sub> -5	Förhindra kondensation
Odorant [mg THT/m <sup>3</sup> ]	Krav, före konsumtion	15-40	-	-	Krav, före konsumtion	>10, 18-40	Krav, före konsumtion	15-25
Partiklar [µm]	Tekniskt ren	Tekniskt ren	-	Inga partiklar	Inga partiklar	Tekniskt ren	≤ 1	-

### Biogas med lägre metanhalt

Intresset för att köra fordon på fordonsgas med lägre metanhalt växer. Småskalig uppgradering har hittills varit kostsamt och olika lösningar utreds för att underlätta den ekonomiska kalkylen för tekniken. Ett sätt är att utveckla ny teknik som är tillräckligt enkel för att byggas billigt, och ett annat är att producera gas med lägre metanhalt. Anledningen till att detta är en potentiell lösning beror på att det är

svårast och dyrast att avskilja den sista mängden koldioxid i gasen för att nå upp till standarden 97 % (Svensson, 2011).

I Europa utsläppscertifieras bilar för referensgaserna G20 och G25, vilka har metanhalter från 86-100 %. Som nämnts tidigare finns det få standarder för biogas, och än så länge finns ingen standard för biogas med lägre metanhalt (Berglund et al., 2012). Enligt Svensson (2011) behövs standarder, som liknar dem för L-gas, utvecklas för att inte begränsa utvecklingen av småskalig biogasproduktion. Svensson menar att existerande standarder för L-gas kan användas för att certifiera fordon som sedan öppnar upp för att använda biogasen med låg metanhalt i fordon. Det föreslås av Svensson (2011) att det ska vara tillåtet med den här gasen på ej publika tankställen, och att gasen ska kunna jämföras med referensbränslet G25, vars specifikationer finns i tabell 11.

Tabell 11: Specifikationer för referensbränslet G25 (Nicotra, 2013)

Parameter	Referensbränsle G25
Metan [%]	86 ± 2
Kväve [%]	14 ± 2
Total halt Svavel [mg/kg]	10
Lägre värmevärde [MJ/kg]	41,5 ± 0,5
Metannummer	70-76

Ett försök med lägre metanhalter vid gasdrift av traktorer gjordes av Gunnar Larsson på SLU. Traktorerna testades i ett transient test, där motorn är i drift med ett normalt körmönster. De testades också i ett stationärt läge där varvtal och vridmoment hålls konstant vid mätning. Resultaten visar på att driften av motorn inte påverkas av lägre metanhalter och det blir mindre utsläpp med det bränslet. När det kommer till verkningsgraden i motorn visar försöken på tvetydiga resultat där de transienta försöken visade på samma eller högre verkningsgrad, medan det stationära testet visade på minskad verkningsgrad. Detta visar sig påverka den ekonomiska kalkylen då det påverkar hur mycket av energin i gasen som kan tillgodogöras i motorn (Larsson, 2016).

## 2.5.2 Tillstånd

### *Miljöbalken, SFS 1998:808*

Lagstiftning som rör all miljöpåverkan finns samlad i Miljöbalken. Eftersom biogasproduktion enligt miljöbalkens definition utgör miljöfarlig verksamhet behöver den prövas för ett tillstånd eller anmälas, beroende på ett antal parametrar, se tabell 13. Verksamhetskoderna som syns i tabell 13 rör gasformiga bränslen och biologisk behandling och de går att hitta i miljöprövningsförordningen (2013:251)

De anläggningar som står under **tillståndsplikt** ska genomföra samråd med berörda parter. Genom samrådsprocessen kompletteras tillståndsansökan med åsikter

från berörda parter. Ansökan består av en miljökonsekvensbeskrivning (MKB), teknisk beskrivning och formell ansökan med yrkanden. MKB:n går ut på att beskriva varje störningskälla, effekterna från den och vilka åtgärder som ska användas för att minska negativa effekter på människors hälsa och miljön från störningskällan. En snabb tillståndprocess innehåller oftast väldigt få kompletteringar och är konkret och koncis (Biogas öst, 2014).

Kostnaderna för tillståndprocessen skiljer sig mycket mellan anläggningar som är anmälnings- eller tillståndspliktiga. I utvärderingsprojektet varierade kostnaderna från 0 - 2,67 öre/kWh. I den siffran ingår kostnader för tillstånd som gick mellan 0 – 214 000 kr och årlig tillsyn som varierade mellan 0 – 41 800 kr per år. De anmälningspliktiga hade nästan inga kostnader för tillstånd medan de för tillsyn hade kostnader mellan 0- 5 500 kr per år, vilket visar att störst kostnader ligger på de tillståndspliktiga (Nilsson, 2014).

Biogasanläggningar på gårdsnivå använder ofta gödsel och odlade grödor från gården som substrat, dessa räknas inte som avfall vilket gör att anläggningen provas utifrån producerad mängd biogas. Används animaliska biprodukter måste en anmälan göras till jordbruksverket som är tillsynsmyndighet (Energigas Sverige, 2012, s. 51). Tar gården emot mer än 500 ton avfall per år, t.ex. från livsmedelsindustrin, räknas anläggningen som en B-anläggning och är på så sätt tillståndspliktiga med länsstyrelsen som ansvarig myndighet (Magnusson, uå). En anläggning överskrider gränsen för tillståndsplikt vid rötning av flytgödsel från ca 230 mjölk- kor plus kvigor, 750 sugor eller 2800 slaktvinsplatser.

Klassningen av biogasanläggningar görs enligt Miljöprövningsförordningen (2013:251) och där ingår även djurhållning. Detta innebär att de båda verksamheterna ska klassas, där sedan tillsynen görs av en instans med endast en prövning för båda verksamheterna. I tabell 13 beskrivs vidare vem som har ansvar för prövningen i de olika fallen.

*Tabell 12: En förklaring av vem som har prövningsansvar för biogasanläggningar på gårdsnivå (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2014).*

Nuvarande djurhållning	Tillkommande biogasanläggning	Prövning av biogasanläggningen
C	C	Kommunen
	B	Länsstyrelsen
B	C	Aktuell tillsynsmyndighet (kommunen eller Länsstyrelsen)
	B	Länsstyrelsen

Får man in substrat i form av gödsel från andra gårdar kan det vara så att de hamnar under beteckningen avfall, då kan det vara lätt att komma över gränsen på 500 ton avfall per år, vilket gör att anläggningen klassas till kategori B. Om mer än 100 000 m<sup>3</sup> avfall behandlas går det under A-verksamhet. I tabell 14 presenteras

en samanställning av dessa gränsvärden, prövningsinstanser och tillsynsmyndighet för A, B respektive C klassad verksamhet som gjorts av Biogas Öst (2014).

Tabell 13: De vanligaste verksamhetskoderna och aktuella gränsvärden för tillståndsplikt (Biogas Öst, 2014).

Miljöbalken - Miljötillstånd	Gränsvärde och klassificering	Prövningsinstans	Tillsyn
<b>A-verksamhet</b> <b>Kod 90.150</b>	Tillståndsplikt – betydande miljöpåverkan Anläggning för biologisk behandling av annat avfall än farligt avfall om den tillförda mängden är större än 100 000 ton per kalenderår.	Mark- och miljödomstolen	Länsstyrelsen eller kommunen
<b>B-verksamhet</b> <b>Kod 40.10</b>	Tillståndsplikt – betydande miljöpåverkan Anläggning för framställning av mer än 150 000 Nm <sup>3</sup> gasformigt bränsle per kalenderår	Miljöprövningsdelegationen	Länsstyrelsen eller kommunen
<b>Kod 90.160</b>	Anläggning för biologisk behandling av annat avfall än farligt avfall om den tillförda mängden är större än 500 ton per kalenderår.		
<b>Kod 90.240</b>	Anläggning för att på annat sätt än genom förbränning per kalenderår bearbeta mer än 2 500 ton animaliska biprodukter		
<b>C-verksamhet</b>	Anmälningsplikt – ej betydande miljöpåverkan	Kommunen	Kommunen
<b>Kod 40.20</b>	Anläggning för framställning av gasformigt bränsle om verksamheten inte är tillståndspliktig enligt 40.10		
<b>Kod 90.170</b>	Anläggning för biologisk behandling av annat avfall än farligt avfall om den tillförda mängden är större än 10 ton och minder än 500 ton per kalenderår.		

**90.406** är ytterligare en verksamhetskod som går under **B-verksamhet**. Verksamhetskoden gäller för anläggningar som återvinner eller bortskaffar avfall genom biologisk behandling. Gränsen ligger på mer än 18 500 ton avfall per år eller mer än 25 000 ton per år om verksamheten endast består av anaerob biologisk behandling. Om detta är uppfyllt är även anläggningen klassad som en IED-anläggning. Det innebär att de måste följa bestämmelser om försiktighetsmått för industriut-



släppsverksamhet och i varje bransch finns det krav på bästa tillgängliga teknik, BAT (Best Available Techniques) (Severinsen, 2014). Exempel på BAT-tekniker för biogasanläggningar är teknik för att begränsa metanutsläpp i produktionen och vid användning, Teknik för att öka biogasproduktionen och reningstekniker för rökgaserna vid förbränning av gasen (Hjort et al., uå).

**90.250** är en verksamhetskod som gäller för **C-anläggningar**. Anläggningen bearbetar per kalenderår mer än 20 ton och mindre än 2500 ton animaliska biprodukter på annat sätt än genom förbränning (Severinsen, 2014).

För att klassa **uppgraderingsanläggningar** används koderna **40.10** eller **40.20**. Där B- eller C-klassning görs utifrån producerad mängd biogas (Biogas öst, 2014). Uppgraderingsanläggningar som producerar mer än 150 000 m<sup>3</sup> uppgraderad biogas (ca 1,5 GWh) per år klassas som B-anläggningar. De anläggningar som producerar mindre mängder gas klassas som C-anläggningar (Biogasportalen, 2015).

Transport av fordonsgas på väg regleras av lagen om transport av farligt gods (2006:263), förordningen om transport av farligt gods (2006:311) och föreskriften ADR-S gällande vägtransporter av farligt gods. Fordonsgas räknas till klass 2 som består av gaser. I ADR-S anges vilket ansvar och vilka krav olika aktörer har t.ex. gällande utbildning.. Den beskriver också att verksamhet som omfattar dessa transporter måste ha en säkerhetsrådgivare. De gasflaskor som används måste vara kontrollerade och godkända för att få användas. ADR-S omfattar också lastning, lossning och hantering av godset. Tillsynsmyndighet för alla dessa regler är polisen (MSB, 2015).

#### *Övriga lagar, förordningar, föreskrifter och riktlinjer*

Det finns ett antal lagar som reglerar byggnation och användning av den typen av utrustning som krävs vid produktion och användning av fordonsgas. Dessa förklaras vidare i detta avsnitt.

Anvisningar för biogasanläggningar, BGA 2012, ges ut av Energigas Sverige och tar upp hur man kan planera, bygga, driva och kontrollera biogasanläggningar, för att följa lagstiftningen. Den omfattar inte uppgraderingsanläggning. Tankstationsanvisningar, TSA 2015, avser tankstationer, fyllningsstationer och rörledningar över 4 bar. Här tas samma steg upp som för BGA, planera, bygga, driva och kontrollera enligt lagstiftningen. Energigasnormer, EGN 2014, som också ges ut av Energigas Sverige beskriver hur gasledningar och gasinstallationer för övertryck upp till 4 bar ska utformas för att följa lagstiftningen (Gårdsjö, 2013)

Ett antal viktiga lagar och föreskrifter tas upp här. Det finns fler som kopplar till olika detaljer i utrustningen som går att läsa mer om i BGA 2012, EGN 2014 och TSA 2015.

#### **Lagen om brandfarliga och explosiva varor, SFS 2010:1011 (LBE):**

Hantering av biogas kräver ett tillstånd enligt LBE. Ansökan görs hos tillståndsmyndigheten i kommunen, vanligtvis räddningstjänsten eller byggnadsnämnden.

De anläggningar som står under tillståndsplikt enligt LBE är skyldiga att ha en eller flera föreståndare som ansvarar för gashanteringen (Energigas Sverige, 2012, s.44). Tankstationer för metangasdrivna fordon är också tillståndspliktiga enligt LBE. Tillståndet söks hos kommunen. Enligt samma lag behövs en riskutredning av tankningsutrustningen. Om man bygger och driver stationen enligt TSA 2015 så slipper man detta (Sandqvist, 2009).

**Plan- och bygglagen, SFS 2010:900 (PBL):** Bygglov enligt PBL ansöker man om hos byggnadsnämnden, gärna i samband med tillstånd enligt LBE. Enligt PBL ska det också finnas en kontrollansvarig som ser till att det finns en kontrollplan och att den följs. Kontrollansvarig närvarar vid besiktningar, tekniska samråd, andra kontroller och byggnadsnämndens arbetsplatsbesök. (Energigas Sverige, 2012, s46-47)

**Lagen om allvarliga kemikalieolyckor (sevesolagen), SFS 1999:381:** Det finns två nivåer i tillståndet där den högre nivån innebär att mer än 200 ton kondenserad gas, naturgas eller uppgraderad biogas lagras eller att mer än 50 ton annan brandfarlig gas lagras. Överskrider den högre nivån är verksamheten tillståndspliktig enligt Sevesolagen, vilken skickas in i samband med tillståndet enligt Miljöbalken. Den undre nivåns gränser ligger på mer än 50 ton kondenserad gas, naturgas eller uppgraderad gas eller 10 ton annan brandfarlig gas. Uppfylls dessa kriterier så lämnas en anmälan till Arbetsmiljöverket. Överskrider den undre nivån men inte den högre görs en anmälan till länsstyrelsen (Energigas Sverige, 2012, s.49-50).

Uppgraderingsanläggningar CE-märks vanligtvis som ett aggregat enligt PED, tryckkärlsdirektivet, AFS 1999:4 (Gårdsjö, 2013). Gasapparater som använder biogas som ej är uppgraderad ska systemgranskas enligt EGN (energigasnormer) av behörig systemgranskare. Gasapparat för naturgas kan CE-märkas, men inte för biogas. Dock kan biogas uppgraderad till naturgasstandard användas i gasapparater som är CE-märkta. Är det inte CE-märkta ska de också systemgranskas (Energigas Sverige, 2012, s. 52)

#### **ATEX - direktivet för explosionsfarlig miljö:**

1. Förhindra explosiv atmosfär
2. Undvik antändning
3. Begränsa skadorna

**Explosionsdokument:** innehåller klassningsplan, instruktioner för arbete i explosionsfarlig miljö och information om samordningsansvar.

**Klassningsplan:** Klassningsritningar med utmärkta zoner 0-2, hjälp från svensk elstandard handbok 426. Temperaturklass för metan: T1 och explosionsgrupp 11A ska anges. Även temperaturen i varje zon ska räknas med så att utrustningen har rätt märkning. Skyltning för zonerna krävs. Utrustning i respektive zon ska väljas genom att beakta: vilken zon den ska finnas i, vilken kategori utrustningen tillhör, explosionsgrupp, temperaturklass och omgivningstemperaturen.

**Samordningsansvar:** En samordningsansvarig utses då annan verksamhetsutövare finns i anslutning till anläggningen. Den samordningsansvarige ansvarar och planerar arbetet för att följa regler gällande säkerheten.

Här kommer en beskrivning av vad som krävs i olika stadier av planering och byggnation av tankstation:

**Föreståndare:** det ska finnas en föreståndare med ställföreträdande. Denne ska ha kompetens för uppdraget och förväntas besöka anläggningen regelbundet. Föreståndaren ansvarar för att det finns en fungerande rapportering av incidenter och olyckor.

**Planerad tankstation:**

- Bygglov enligt PBL
- Tillstånd enligt LBE från kommunen (skicka med TSA för att underlätta processen)
- Om mer än 1 miljon normalkubikmeter fordonsgas per år hanteras krävs anmälan till nämnden för miljö- och hälsoskydd.
- 50 ton lagrad gas kräver anmälan enligt Sevesolagen, för 200 ton krävs tillstånd.

**Kontroller av tankstation:**

- Kontroll enligt LBE
- Kontroll enligt arbetsmiljölagen.
- Tillsyn, återkommande kontroll enligt Ellagen.
- Kontroll enligt SÄIFS 1998:5, Tankstationer för metangasdrivna fordon – Tillstånd och avsyning

## 3 Metodik

### 3.1 Aktörskartläggning

I aktörskartläggningen listas aktörer inom biogasbranschen vilka identifierades ha potential att ingå i affärskoncept relaterade till småskalig produktion av fordonsgas. Aktörerna identifierades genom intervjuer. I nästa steg undersöktes vilka intressen, motiv och mål respektive aktörer har, detta gjordes genom intervjuer och litteraturstudier. Aktörerna kategoriseras därefter som kärn-, primär- och sekundärintressenter. Aktörskartläggningen kan därefter analyseras för att dra slutsatser om tänkbara framtida scenarier (Hallin och Karrbom Gustavsson, 2012).

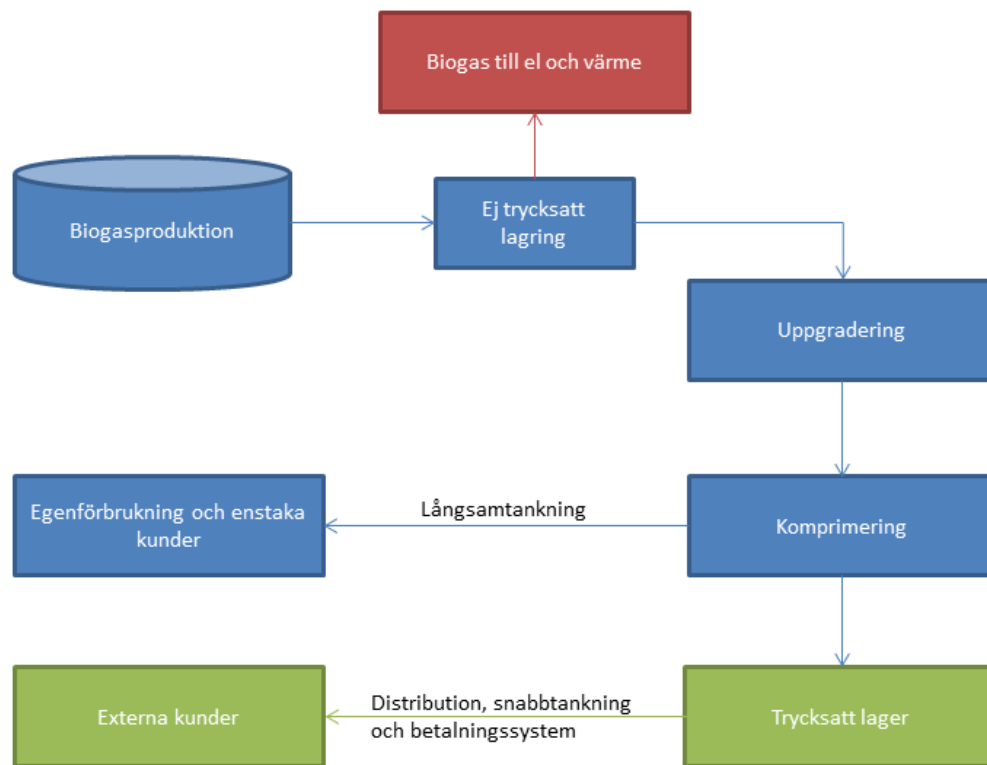
### 3.2 Affärsmodeller

De tekniska systemen och all kunskap om marknaden knyts bäst ihop genom att skapa ett antal affärsmodeller som sedan analyseras med hjälp av ”the business model canvas”. Detta verktyg användes då det är en genomarbetad metod som används av många. Den bästa affärsmodellen hittas inte bara med hjälp av ekonomiska beräkningar utan också genom att identifiera varje modells styrkor, svagheter, möjligheter och hot i en SWOT-analys. Utifrån analysen jämförs och utvärderas modellerna för att kunna utvecklas ytterligare. Grunden till analysen kommer från litteraturstudier och intervjuer.

Affärsmodeller formades utifrån förutsättningarna för småskalig biogas. Designen av modellerna utformades efter tanken att biogasmarknaden måste växa fram. I ett första steg behöver produktionen av fordonsgas etableras. Utrustningen placeras därför på en befintlig biogasanläggning som idag producerar el och värme. Till att börja med uppgaderas endast ett delflöde (50 %) av rågasflödet till fordonsgas. Resten blir el och värme i den befintliga kraftvärmeenheten.

Nästa steg i utvecklingen av en biogasmarknad är att börja sälja fordonsgasen. Då behövs tillslut en större anläggning som endast producerar fordonsgas, i detta fall uppgaderas 100 % av rågasflödet. Den här typen av anläggning hjälper till att öka tillgången på fordonsgas för externa kunder i området. Detta ökar också möjlig-

heterna för ett mer optimalt utnyttjande av den producerade fordonsgasen då en extern marknad för produkten öppnas upp. Att det skapas en extern marknad kan i förlängningen vara ett incitament till att öka produktionen av rågas, vilket i sin tur kan öka lönsamheten ytterligare. Figur 7 visar vad som tillkommer i det tekniska systemet för en anläggning som säljer fordonsgas till externa kunder. Det som tillkommer är ett trycksatt lager, snabbtankningsutrustning, betalningssystem och ev. distributionsutrustning



Figur 7: En visualisering av det tekniska systemet där de blåa boxarna representerar det som ingår i alla fall, medan de gröna boxarna endast tillhör det system där 100 % av rågasen uppgraderas

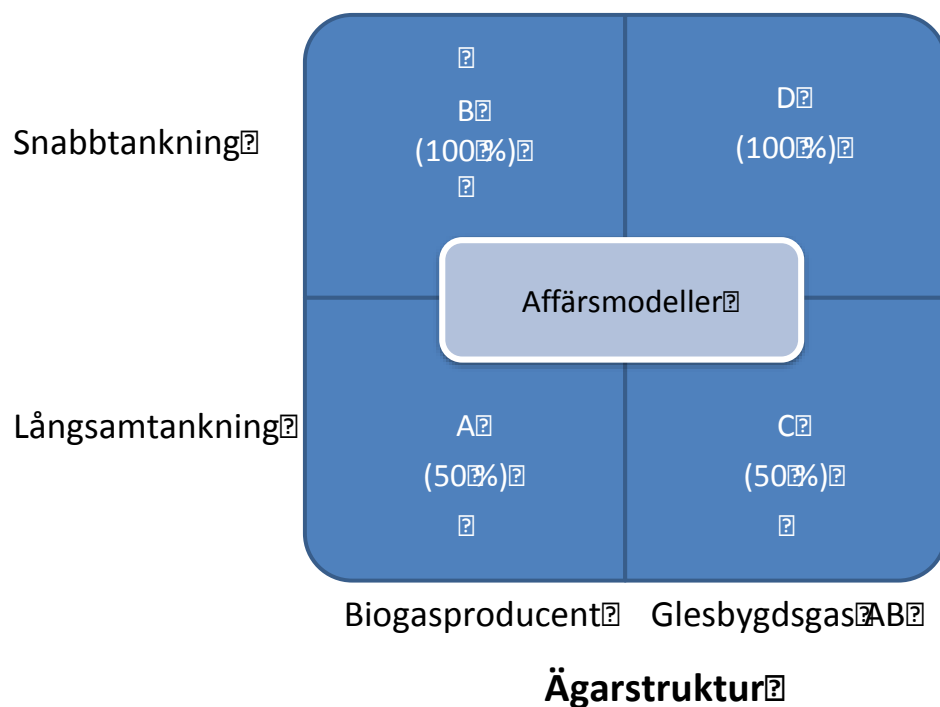
Det tekniska systemet som behövs för att uppgradera och tanka fordonsgas kräver stora nyinvesteringar. Den utveckling av biogasmarknaden som beskrevs tidigare har ett problem. Att höja kapaciteten på en anläggning kan vara väldigt kostsamt, då utrustningen köpts in med en viss avskrivningstid. Det antas att detta problem kan överbryggas om det utformas ett affärskoncept där utrustningsleverantören hyr ut uppgraderings- och tankningsutrustning. Bytet sker genom att ställa dit det större systemet och höja uthyrningsavgiften. Den risk som läggs på utrustningsleverantören vid en uthyrning antas kompenseras av att konceptet kan locka nya kunder.

Detta gör att fyra olika affärsmodeller formas och de kallas här för A, B, C och D. Två parametrar definieras för varje affärsmodell, storleken på fordonsgasproduktion och hur de används samt hur ägarstrukturen ser ut. Detta appliceras på två typstorlekar med rågasproduktion motsvarande 0,5 respektive 1 GWh per år, se tabell 14.

Tabell 14: En beskrivning av de undersökta affärsmodellerna kopplat till två olika typstorlekar på anläggning.

Rågasflöde/ typstorlek	Parameter	Affärsmodell A	Affärsmodell B	Affärsmodell C	Affärsmodell D
<b>0,5 GWh</b>	Fordons- gasprodukt- ion	Produktion av 0,25 GWh fordonsgas som långsamtankas.	Produktion av 0,5 GWh for- donsgas som snabbtankas.	Produktion av 0,25 GWh fordonsgas som långsamtankas	Produktion av 0,5 GWh for- donsgas som snabbtankas
	Ägarstruktur	Biogasprodu- centen äger uppgraderings- och tanknings- utrusning.	Biogasprodu- centen äger uppgraderings- och tanknings- utrusning	Biogasprodu- centen hyr utrusningen av Glesbygdsgas AB	Biogasprodu- centen hyr utrusningen av Glesbygdsgas AB
<b>1 GWh</b>	Fordons- gasprodukt- ion	Produktion av 0,5 GWh for- donsgas som långsamtankas.	Produktion av 1 GWh fordons- gas som snabbt- ankas.	Produktion av 0,5 GWh for- donsgas som långsamtankas	Produktion av 1 GWh fordons- gas som snabbt- ankas
	Ägarstruktur	Biogasprodu- centen äger uppgraderings- och tanknings- utrusning.	Biogasprodu- centen äger uppgraderings- och tanknings- utrusning	Biogasprodu- centen hyr utrusningen av Glesbygdsgas AB	Biogasprodu- centen hyr utrusningen av Glesbygdsgas AB

Matrisen i figur 8 visar hur A, B, C och D är en kombination av de två parametrarna. Affärsmodell A och B har gemensamt att utrustningen ägs av biogasproducenten. I C och D ägs utrustningen av Glesbygdsgas AB som hyr ut den till biogasproducenten. A och C har gemensamt att bara ett delflöde av gasen uppgraderas och långsamtankas. Fordonsgasen konsumeras till största del internt, överskottet säljs till enstaka kund. I affärsmodell B och D uppgraderas istället hela rågasflödet och gasen snabbtankas (alternativt kombinerad tankning). I dessa modeller säljs den största delen av fordonsgasen externt.



Figur 8: Vilka kategorier de olika affärsmodellerna tillhör.

### 3.3 Ekonomiberäkningar

Resultaten i beräkningsmodellerna visar de ekonomiska förutsättningarna för småskalig uppgradering. Det finns fler värden än de rent ekonomiska, men det ekonomiska beräkningarna används som ett verktyg för att analysera affärsmodellerna. Kostnader för rågasproduktion, tankning och distribution beräknas utifrån underlaget, för att sedan implementeras i beräkningsmodellen. Sedan beräknas också intäkterna för respektive fall och implementeras. Gränsen för ekonomisk lönsamhet uppstår vid den skärningspunkt då kostnader och intäkter är lika stora. Beräkningarna ska ge en fingervisning om affärsmodellernas ekonomiska förutsättningar. En kalkylränta på 6 % används i beräkningen, se ekvation 2. Med hjälp av den implementerade data för kostnader och intäkter beräknas den specifika kostnaden för uppgraderingen enligt ekvation 1.

$$Intäkter - K_{Rågas} - K_{Tankning} - K_{Distribution} = K_{Uppgradering} \quad (1)$$

För att beräkna de fasta kostnaderna ( $K_F$ ) varje år användes annuitetsmetoden genom att sätta in nuvärdeskostnaden för investeringen (NNV), avskrivningstiden (n) och kalkylräntan (k) i ekvation 2 fås de fasta kostnaderna varje år.

$$K_F = \frac{NNV \cdot k}{1 - (1 + k)^{-n}} \quad (2)$$

För att beräkna de specifika kostnaderna adderas de fasta och rörliga kostnaderna och divideras med produktionen av fordonsgas. På detta sätt allokeras de specifika kostnaderna för utrustningen till fordonsgasproduktion.

I affärsmodell C tas uthyrningskostnaden fram genom att hitta den summa som gör att den ekonomiska kalkylen för biogasproducenten visar ett resultat nära eller straxt över noll. Det utrymme för uppgraderingskostnaden som sedan beräknas innehåller då även ett utrymme för att dela eventuell vinst mellan parterna.

### 3.3.1 Antaganden

- I beräkningarna antas en kalkylränta på 6 %
- I beräkningen antas kostnaden för rågasproduktionen ligga på 0,5 kr/kWh (Jansson, 2014).
- Gödselgasstödet förutsätter att endast gödsel används som substrat, därför antas substratet endast bestå av gödsel.
- Tanknings utrustning har en avskrivningstid på ca 10 år enligt Kätterström (2016), vilket används vid beräkningen av de fasta kostnaderna för tankningsutrustningen.
- Underhållskostnaderna för tankningsutrustningen antas ligga på 0,5 kr/Nm<sup>3</sup> för slitna delar och arbetstiden för det lilla systemet ca 27 h/år och det stora uppskattas till det dubbla. Arbetskostnaden antas vara 300 kr/h (Kätterström, 2016).
- Arbetskostnad kopplat till t.ex. marknadsföring och tekniks support inkluderas inte i beräkningarna.
- Avskrivningstiden uppskattades till 15 år för distributionen.
- För en anläggning som producerar 0,5 GWh rågas antas 8 personbilar och 1 traktor för intern användning.
- För en anläggning som producerar 1 GWh rågas antas 8 personbilar och 3 traktorer för intern användning.
- Nyttovolymen i ett lastväxlarflak antas ligga på 90 % (läs mer i distributionsnittet i kapitel 2).
- Antar att en dual-fuel traktor har en tank på 26,9 kg fordonsgas som räcker till 4 h arbete per dag.
- Antar att en gasbil drar ca 0,32 kg/mil och kör ca 2000 mil/år.



## 4 Resultat

### 4.1 Aktörskartläggning

Bedömning av olika intressenter har gjorts generellt för gårdsbaserad, småskalig produktion av fordonsgas. Sötåsen används för att exemplifiera faktiska förhållanden.

**Kärnintressenter:**

- Biogasproducenter
- Utrustningsleverantörer (Glesbygdsgas AB)

**Primärintressenter:**

- Distributörer
- Kunder

**Sekundärintressenter:**

- Staten
- Tillståndsmyndigheter
- Intresseorganisationer
- Forskning

#### 4.1.1 Biogasproducenter

Generellt sett är inställningen till biogas hos lantbrukare idag enligt Per-Ove Persson (2016) positiv. Detta beror på goda erfarenheter av biogödsel som växtnäring. Det finns några orosmoln kopplat till biogasproduktion och de ligger framförallt i de stora investeringarna. På en gård finns det ofta många investeringsalternativ och en biogasanläggning ligger sällan överst på prioriteratslistan. Det beror också på att många lantbrukare är osäkra på om de har tillräckliga kunskaper för att driva en biogasanläggning. Hur mycket tid och kostnader som är kopplade till driften oroar ofta lantbrukarna och kan vara ett hinder för investering. Detta hinder skulle kunna lösas med hjälp av rådgivning och ekonomiskt stöd.

Den fordonsgaspotential som finns i lantbruket begränsas av svårigheterna för avsättningen. Idag är det inte möjligt att använda fordonsgasen i arbetsmaskiner utan dispens (Sällvik m.fl., 2011) och de drivkrafterna som finns för att stimulera användning av förnybara bränslen på gård motverkas av att dieselskatt återbetalas till lantbrukarna (Skatteverket, uå). Trots detta finns ett intresse hos många lantbrukare som utgår ifrån andra värden än ekonomiska. För många lantbrukare är det viktigt att ta hand om miljön och bedriva ett hållbart jordbruk (Persson, 2016). Med fler livsmedelskonsumenter som efterfrågar exempelvis ekologiska produkter, visar trenden på att dessa värden blir allt mer viktiga. Detta visar att de värden som indirekt ger mervärde för kunden, som t.ex. hur maten produceras, även värderas i ekonomiska termer.

Genom en intervju med Bo Grenabo Tapper (2016) från Sötåsens Naturbruksgymnasium analyserades gymnasiet som aktör. Det som undersöktes var gymnasiets inställning till ny teknik, biogasproduktion och användning av uppgraderad biogas. På gymnasiet används biogasanläggningen i undervisningen. Skolan har som mål att stärka den gröna näringen och en viktig del i genomförandet är att upplysa nya generationer. Med hjälp av biogasanläggningen inspireras kommande generationer, vilket kan komma att påverka och förändra branschen. Sötåsen är engagerade i fler projekt kopplat till hållbar utveckling, smarta elnät och förnyelsebar energiproduktion. Detta visar på att även utbildningsverksamheten ser trenden kring hållbart jordbruk. Sötåsens Naturbruksgymnasium är också ett exempel på en affärsmodell där miljövärden bidrar till verksamhetens lönsamhet. Genom profilen som skapas genom deras hållbarhetsarbete blir de en attraktiv utbildningsaktör och kan attrahera fler elever.

#### 4.1.2 Utrustningsleverantörer (Glesbygdsgas AB)

Den här aktören är den som säljer eller hyr ut utrustning för uppgradering och tankning av fordonsgas. Glesbygdsgas AB är ett hypotetiskt företag som representerar en utrustningsleverantör. Det skulle kunna vara ett företag som redan har en stor portfölj inom produktion och användning av fordonsgas. Det skulle också kunna vara ett litet, lokalt företag med starka anknytningar till de lokala näringarna. Oavsett vilket behöver företaget kompetens inom produktion och användning av fordonsgas. Glesbygdsgas AB kan presentera en paketslösning för uppgradering och tankning av fordonsgas som ett erbjudande. Utrustning för småskalig produktion av fordonsgas är kopplat till stora investeringskostnader, vilket till viss del beror på de höga krav som ställs ifrån lagar och regler. Stora investeringskostnader är kopplade till stora risker, detta är något Glesbygdsgas AB måste hantera. Det är viktigt att Glesbygdsgas AB har kompetens kring juridiken på området för att leverera säker utrustning. Leverantörernas roll är också mycket viktig för utvecklingen och tillgängliggörandet av utrustning.

#### 4.1.3 Distributörer

Generellt sett kan detta antingen vara en extern aktör eller intern aktör. Ofta har flakning av gas gjorts av en extern aktör, medan gasledningarna anläggs av anläggningsägaren. Distribueras gasen via en extern aktör kommer denne ha stort infly-

tande över avsättningen för gasen. Den prissättning som görs upp mellan parterna kommer också att ha stor betydelse för lönsamheten. AGA är en av de största distributörerna när det kommer till gasdistribution med lastväxlarflak. Swegas är störst när det kommer till distribution med gasledning, i och med att de äger naturgasnätet på västkusten (Wiklander, 2014). Distributörerna kan vara en potentiell partner för ett företag som producerar fordonsgas.

#### 4.1.4 Kunder

I detta avsnitt behandlas potentiella fordonsgaskunder. När det kommer till avsättning för gasen är förståelsen för kunden och marknaden väsentlig. Det finns även anledning att inventera marknaden för alla energigaser då många fossila energigaser potentiellt kan bytas ut mot uppgraderad biogas.

För alla kunder kan valet av produkt vara ett sätt att påverka marknaden. Backlund (2015) menar att konsumtion dels är ett sätt att skapa identitet hos kunderna och också ett sätt att påverka som konsument. Det här behovet som finns hos medvetna konsumenter ger en möjlighet för mjuka värden som lokal ekonomi och miljö att vävas in i erbjudandet.

#### *Personbilar*

De här kunderna kan ses som den stora massan. Genom att välja en gasbil gör köparen ett bra val för klimatet och miljön. Med lägre utsläpp av växthusgaser och luftföroreningar är detta ett val för att minska sin påverkan på klimatet och miljön. Detta gör att kundgruppen istället kan ses som nischad. En undersökning gjord av Forward et al (2015) visar dock att det inte är miljöaspekten som väger tyngst för genomsnittsbilisten vid val av bil. Det som prioriteras högst vid inköp av bil är säkerhet, tillförlitlighet, bränsleekonomi och investeringskostnad. Tillförlitligheten ligger i att bilen är känd för att vara driftssäker och har funnits på marknaden länge. Konsumenterna är inte beredda att betala mer för en bil med förnybart bränsle, vilket sätter press på att få ner investeringskostnaden för dessa bilar. Även andrahandsvärdet är en viktig faktor och utifrån det väljs ofta en snål dieselbil, eller en hybridbil, vilka har högst andrahandsvärde. Ytterligare en faktor som påverkar konsumenten är närheten till tankställen, vilket är ett problem som återkommer i diskussionen. Resultaten av studien gjord av Forward et al (2015) bekräftas av flera andra studier.

Eftersom investeringskostnaden är en viktig faktor för konsumenten är det intressant att jämföra gasbilens investeringskostnad med bensin- eller dieselbilens. Jämförs gasbilen mot en bensinbil ligger merkostnaden för gasbilen kring 20-30 kkr (Malmkvist et al, 2015). Det finns idag ingen merkostnad för en gasbil jämfört med en dieselbil, dock låg skillnaden på närmare 40 kkr för några år sedan (Biogassys, 2015). Det är också möjligt att konvertera sin bensinbil till gas och kostnaden för konvertering ligger idag kring 40 kkr exklusive moms (Gänger, 2016).

De publika gasmackar som finns idag är placerade i södra Sverige och till stor del i städer (Gasbilen, 2015). Det är där den största delen av produktionen finns och

också den största efterfrågan. Det har funnits ett moment 22 i den här verksamheten som går ut på att det inte kan skapas någon efterfrågan om det inte finns något utbud, men för att det ska finnas ett utbud måste det finnas efterfrågan.

I Töreboda (orten närmast Sötåsen) finns idag inget tankställe för fordonsgas, vilket Tilstam (2016) hävdar var en anledning till att gasfordon inte var aktuellt vid upphandlingen av sopbilar i Töreboda. Detta är ett tydligt exempel på moment 22. Tankstället är en viktig distributionskanal för fordonsgas. Det finns idag två stycken mackar i Töreboda, en som ägs av Q-star och en av INGO. Q-star macken ligger söder om orten, bara ett par kilometer ifrån Sötåsens naturbruksgymnasium och den andra macken ligger inne i orten. Detta är förslag till placering av eventuella snabbtankningsstationer. Sötåsen planerar också att ev. bygga en gårdsbutik intill landsvägen och i samband med den skulle en snabbtankningsstation kunna placeras.

### *Arbetsmaskiner*

Arbetsmaskiner används av flera olika kundgrupper, t.ex. lantbrukare, offentlig sektor som på olika sätt använder t.ex. traktorer. I arbetsmaskiner med diesel/gasmotorer, även kallade dual-fuel motorer, finns idag problem med metanläckage. Det beror på att en del av metanen inte förbränns i kolven och sedan luftas ur. Det uppstår också metanläckage då avgasventilerna öppnas under insugsfasen, vilket kan justeras genom att endast suga in gas när avgasventilerna är stängda. Andelen gas som används i en dual fuel-motor kallas ersättningsgrad och beror på maskinens belastning. Högst ersättningsgrad uppnås i en motor som belastas hårt och jämnt. (SMP, 2011)

År 2011 när SMP:s rapport ”marknadsförutsättningar för konvertering av arbetsmaskiner till biogas (metandiesel), 100 % RME och ED95” skrevs fanns det två stycken företag som hävdade att de kunde konvertera arbetsmaskiner till gasdrift. Det var dels Motor & Gas i Norr AB som erbjöd ombyggnad av 4- och 6-cylindriska motorer, vilket skulle kosta 100 kkr och KonveGas Sweden AB som också hävdade att de hade färdiga system.

Ett projekt med syfte att undersöka förutsättningarna för dual-fuel motorer i arbetsmaskiner startades och kallades för MEKA-projektet. En utlysning gick ut till lantbrukare med arbetsmaskiner för konvertering och till företag som kunde konvertera maskiner. Det visade sig vara ett stort intresse bland lantbrukare som ville testa konvertering, medan det inte fanns något företag som ville vara med och utföra konverteringen. Enligt Lindvall (2016) kan det ha berott på svårigheterna att uppnå utsläppskrav vid konvertering. Det var därför Valtras nyproducerade traktorer och en sop- och blåsmaskin från Volvo valdes ut för att testas i drift. Valtra har ett nära samarbete med motortillverkaren, vilket Lindvall tror har varit anledningen till att de lyckats bra med låga metanutsläpp i deras nya modell jämfört med tidigare modeller. Erfarenheter från projektet är bl.a. att teknikutveckling tar tid, intresset bland lantbrukare är stort och att inget nationellt regelverk kommer sättas upp innan EU gjort klart sitt regelverk. Valtra uppger att merkostnaden för en dual fuel-traktor ligger på 200 kkr (SMP, 2011).

Idag stöds användning av fossila bränslen i jord- och skogsbruket för att minska den ekonomiska bördan på lantbrukare. Stödet går ut på att lantbrukare har rätt till återbetalning av koldioxidskatt. Detta är enligt Jordbruksverket (2011) det största ekonomiska hindret för marknadsutvecklingen gällande förnybara bränslen i arbetsmaskiner. Mängden återbetalad skatt har stadigt minskat till 0,9 kr/L år 2015 för att sedan öka igen till 1,7 kr/L år 2016 (Skatteverket, uå).

På Sötåsen planeras det för att flytta dit en av Valtras dual-fuel traktorer som användes i MEKA-projektet, det kommer dock krävas att dispensen som gavs vid MEKA-projektet förnyas. Dispensen krävs för att det idag inte finns några standarder för biogas i dieselmotorer.

### *Offentlig sektor*

En väldigt viktig kund på bränsle- och fordonsmarkanden är offentlig sektor som upphandlar allt ifrån kollektivtrafik till sophämtning. I bussbranschen står offentlig upphandling för 90 % av omsättningen och i taxibranschen ligger siffran på 40-50 %, vilket inräknar bl.a. färdtjänst och skolskjuts. Det finns alltså möjlighet att förändra den kommunala transportsektorn genom att ställa krav vid upphandling. Det finns även ett EU-direktiv som kräver att upphandlaren av personbilar, bussar, lastbilar och vissa kollektivtrafiktjänster tar hänsyn till fordonens energianvändning, koldioxidutsläpp och utsläpp av luftföroreningar. Upphandlarens krav ställs genom att implementeras i den tekniska specifikationen i upphandlingen (Losman, 2013).

Drivkrafterna bakom lokala marknader för biogas har i många fall varit kommuner. De har tagit på sig en roll som systembyggare för denna del av energisystemet. Ett stort problem för städer med tät trafik inne i staden är höga halter av luftföroreningar, vilket har varit en av drivkrafterna för att välja biogas för kollektivtrafik inne i staden. I kommunerna finns också behovet av att ta hand om avfall, och just matavfall från hushåll och industri har kunnat återanvändas i och med de nya produkterna som biogasanläggningar ger upphov till. Att ta tillvara på resurser effektivt genom att omvandla avfall till biogas har varit ett tilltalande alternativ för att lösa avfallsfrågan och frågan om minskade halter av luftföroreningar. Alternativet till rötning är kompostering, vilket också är kostsamt. Systemutvecklingens drivkrafter var viljan att minska oljebehovet, sänka sina utsläpp för att nå nationella mål eller skapa en konkurrenskraftig kollektivtrafik. Miljövänlighet är för många en viktig faktor till valet att åka kollektivtrafik (Falde, 2007).

För att stötta upphandling av miljövänliga fordon förslår Malmkvist et al (2015) att en miljölastbilsdefinition införs. I samma rapport föreslås även en miljöbilspremie och en gasbusspremie, detta påverkar också resultaten av upphandling. Ett annat förslag de har är att förändra den beräkningsmetod som används vid miljöpåverkansberäkningar. På det sättet skulle klimat- och samhällsnytta från alla led i framställningsprocessen inkluderas i systemgränserna. Genom att utbilda de som upphandlar dessa varor och tjänster, kan detta med tiden inkluderas. Här kan också innovationsupphandling bli ett sätt för att främja nya tekniska lösningar.

Även i Töreboda kan den offentliga sektorn spela en viktig roll för utvecklingen av infrastrukturen för biogas. Tillsammans med Gullspångs och Mariestads kommun har Töreboda kommun gjort en energi- och klimatplan. Genom att gå igenom den visas ett exempel på hur småskalig produktion av fordonsgas kan hjälpa till att uppnå några av de mål som sätts upp. På samma sätt kan också målen vara en drivkraft som sätter igång utbyggnaden av småskalig produktion av fordonsgas.

Visionen för kommunerna är att följa de krav på minskade utsläpp som ställs i takt med att fossila bränslen blir dyrare och climateffekterna större. Kommunerna ser också att teknik för minskad energianvändning och ökad produktion av förnybar energi är en grogrund för tillväxt för de kommuner som satsar på ny teknik. Genom små- och storskaliga lösningar på lokal nivå sätts mål för år 2020 upp.

De mål som kopplar till biogasproduktion är:

- 25 % av användningen från förnybar energi varav 35 % av elförbrukningen ska motsvara lokalt producerad förnybar el till år 2020.
- Etablering av biogasproduktion (bland annat) från organiska restprodukter och distributionssystem ska etableras inom någon av kommunerna till år 2020.
- Minska växthusgasutsläpp från transportsektorn med 20 % per invånare jämfört med år 2004 till år 2020.
- Förnybara bränslen till fritidsbåtar ska stimuleras aktivt.
- Transportfordon inom kommunen ska drivas på förnybara bränslen år 2020.
- Minska växthusgasutsläppen från hushålls-, industri- och servicesektorernas uppvärmning med 20 % jämfört med år 2004, till år 2020.

Kommunerna har sammanfattat målen till tre olika insatsområden: effektivare och mindre miljöpåverkande transporter, effektivare och mindre miljöpåverkande uppvärmning och minskad elanvändning (Mariestads kommun et al., 2008).

I dokumentet ”ett grönt och skönt MTG” beskriver de samverkande kommunerna att gas- och elfordon ska väljas i första hand som drivmedel i kommunerna. De transporter som omfattas är kollektivtrafik, färdtjänst, hemvårdsresor och resor gjorda i tjänsten av kommunanställda. Skolskjuts är inte inkluderat (Mariestads kommun et al., 2012).

I Töreboda finns det osäkerheter kring upphandling av gasfordon då det finns erfarenheter i verksamheten från tidigare projekt (som inte bedrevs i Töreboda) där biogasproduktionen inte kom igång, vilken gjorde att miljönyttan med de nya fordonen inte blev som förväntat. I kommunen finns också en vilja att fasa ut fossila bränslen i industrin och biogas anses vara ett möjligt alternativ (Tilstam, 2016).

Utifrån underlaget antas offentlig sektor som aktör ha stort intresse i produktion av fordonsgas, de kan vara en viktig partner för avsättning av producerad fordonsgas.

#### *Distributörer/hushåll*

Det finns fler användningsområden för uppgraderad biogas. Det går att använda gasen i gasspisar, gasbrasor, infravärme och industriell uppvärmning då det krävs höga temperaturer snabbt. Stockholm gas har två separata nät, ett för fordonsgas och ett för stadsgas. Stadsgasen används av hushåll och industri, t.ex. restauranger med gasspis. Det är viktigt att användaren vet vilket gasnät hushållet är anslutet till, för att välja rätt typ av spis. Det är också viktigt att spisen är CE-märkt, för att uppfylla säkerhetslagstiftning. Stadsgasen består till 50 % av biogas/naturgas och 50 % luft. Den biogas som används i stadsgasnätet uppgraderas till 96 % för att sedan spädas ut med luft. Schablontal som används av branschen är att små restauranger använder ca 30 MWh/år medan ett hushåll använder ca 300 kWh/år (Ryeng, 2016).

#### *Industri*

Det går också att använda biogas i industrin istället för fossila bränslen i processer som t.ex. torkning och kylning. Idag sätts press på industrins energiförbrukning och utsläpp för att nå klimatmålen till år 2030, vilket skapar behov av förnybara bränslen till industrin i framtiden. Omställningen sker också för att industrierna ser kundvärdet med att välja förnybara bränslen. Distributionen och tillgängligheten på biogas är ett hinder idag, också prisläget på biogas då industrin utsätts för global konkurrens med tillgång till billiga fossila bränslen (Malmkvist et al., 2015).

I Töreboda finns idag ett företag som tillverkar livsmedel, där de i torkningsprocessen idag använder gasol för att försörja torkarna med energi (Tilstam, 2016). Detta är ett exempel på en industri som potentiellt kan bli en kund.

#### 4.1.5 Externa aktörer

Dessa aktörer är staten, tillståndsmyndigheter, intresseorganisationer och forskning som på olika sätt stöttar produktion och användning av biogas.

## 4.2 Ekonomi

Underlaget till de ekonomiska beräkningarna var kartläggningar av kostnaderna för ingående komponenter, vilka går att hitta i kapitel 2. Antaganden och metoden för de ekonomiska beräkningarna går att hitta i kapitel 3.

### 4.2.1 Tankning

Investeringskostnaderna för tankning sammanställs i tabell 15 och utgår ifrån underlaget i kapitel 2. Beräkningarna utgår både ifrån den tekniska systemdesignen som visas i figur 7 samt mängden producerad gas. I affärsmodell A och C antas att 50 % av rågasflödet uppgraderas och att inget högtryckslager används. I affärsmo-

dell B och D antas att 100 % av rågasflödet uppgraderas och att ett högtryckslager används. De antaganden som gjorts i anpassningen av underlaget till systemdesignen i varje affärsmodell anges under tabell 15.

Tabell 15: Investeringskostnader för de olika tekniska systemen [kr]

Typstorlek	0,5 GWh		1 GWh	
	Långsamtankning 0,25 GWh	Kombinerad tankning 0,5 GWh	Långsamtankning 0,5 GWh	Kombinerad tankning 1 GWh
Affärsmodell	A och C	B och D	A och C	B och D
<b>Kompressor</b>	65 000	65 000	65 000 <sup>1</sup>	2 * 65 000
<b>Torkning</b>	50 000	50 000	50 000	50 000
<b>Odörisering</b>	35 000	35 000	35 000	35 000
<b>Rör</b>	1000 kr/m *20 m	1000 kr/m *30 m <sup>2</sup>	1000 kr/m *30 m <sup>3</sup>	1000 kr/m *35 m <sup>4</sup>
<b>Högtryckslager</b>	-	175 000	-	2*175 000
<b>Container 20 fot</b>	17 500	17 500	17 500	17 500
<b>Inkoppling</b>	50 000	50 000	100 000	100 000
<b>Totalt</b>	<b>237 500</b>	<b>422 500</b>	<b>297 500</b>	<b>712 500</b>

<sup>1</sup> 2 st kompressorer för att komma upp i flöde 10 m<sup>3</sup>/h

<sup>2</sup> Antal inkopplingar: uppgradering – torkning (ca 20 m), torkning – odörisering - kompressor + kompressor – högtryckslager (ca 10 m ihop)

<sup>3</sup> Antal inkopplingar: uppgradering – torkning (ca 20 m), torkning – odörisering – kompressor – högtryckslager (ca 10 m ihop)

<sup>4</sup> Antal inkopplingar: uppgradering – torkning (ca 20 m), torkning – odörisering - kompressor 1 och 2 (ca 10 m) kompressorer – högtryckslager (ca 5 m ihop)

Resultatet i tabell 15 används sedan för att beräkna den specifika kostnaden som presenteras i tabell 16.

Tabell 16: Den specifika kostnaden för tankning.

	Långsamtankning 0,25 GWh	Kombinerad tankning 0,5 GWh	Långsamtankning 0,5 GWh	Kombinerad tankning 1 GWh
Affärsmodell	A och C	B och D	A och C	B och D
<b>Fasta kostnader [kr/år]</b>	19 361	34 442	29 551	58083
<b>Rörliga kostnader [kr/år]</b>	29 974	38 074	58 300	66 400
<b>Specifik kostnad [kr/kWh]</b>	0,16	0,14	0,12	0,12



#### 4.2.2 Distribution

##### *Utifrån Sötåsens förutsättningar*

Med Sötåsens geografiska förutsättningar som exempel visas resultatet av beräkningarna för gasledning (tabell 17) och gasflak (tabell 18).

*Tabell 17: Beräkning av de specifika kostnaderna för att bygga en gasledning mellan Sötåsens naturbruksgymnasium och Q-star(1,75 km)*

	0,25 GWh	0,5 GWh	1 GWh
<b>Affärsmodell</b>	-	B	B
<b>Investeringskostnad [kr]</b>	541 000	541 000	541 000
<b>Fast kostnad [kr/år]</b>	33 406	33 406	33 406
<b>Specifik kostnad [kr/KWh]</b>	0,13	0,07	0,03

I tabell 18 påverkas det totala avståndet som körs av lastbilen av hur många gånger flaken byts ut vid anläggningen. Varje gång ett lastväxlarflak blir fullt transporteras det 2,3 km till tankningsstället där det byts ut mot ett tomt. Sträckan är vald utifrån att gasen distribueras vid en bensinmack 2,3 km från anläggningen.

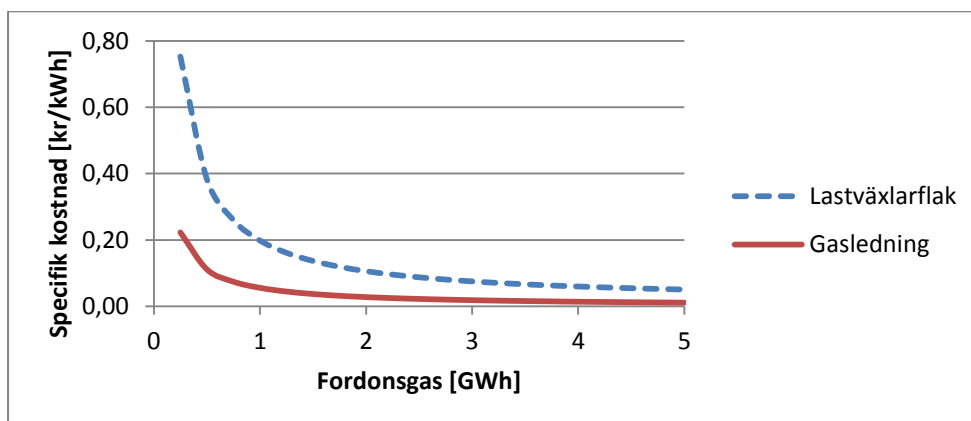
*Tabell 18: Beräkning av kostader för lastväxlarflak som utgår ifrån sträckan mellan Sötåsens naturbruksgymnasium och Q-star.*

	0,25 GWh	0,5 GWh	1 GWh
<b>Affärsmodell</b>	-	B och ev. D	B och ev. D
<b>Sträcka [km]</b>	2,3	2,3	2,3
<b>Nyttjandegrad växelflak [%]</b>	90 %	90 %	90 %
<b>Utnyttjad mängd, växelflak 200 bar [Nm<sup>3</sup>]</b>	1 260	1 260	1 260
<b>Uppgraderad gas [Nm<sup>3</sup>/år]</b>	25 853	51 706	103 413
<b>Antal fyllda växelflak per år</b>	20	40	80
<b>Totalt avstånd [km/år]<sup>1</sup></b>	92	183	366
<b>Lastbilskostnad [kr/år]</b>	3 390	6 781	13 562
<b>Investeringskostnad 2 flak [kr]</b>	1 600 000	1 600 000	1 600 000
<b>Fast kostnad [kr/år]</b>	166 780	168 820	172 901
<b>Rörlig kostnad (drift) [kr/år]<sup>2</sup></b>	20 000	20 000	20 000
<b>Specifik kostnad [kr/kWh]</b>	0,75	0,38	0,20

<sup>1</sup> Fraktar ett fullt flak, byter till ett tomt

<sup>2</sup> AGA, 2016

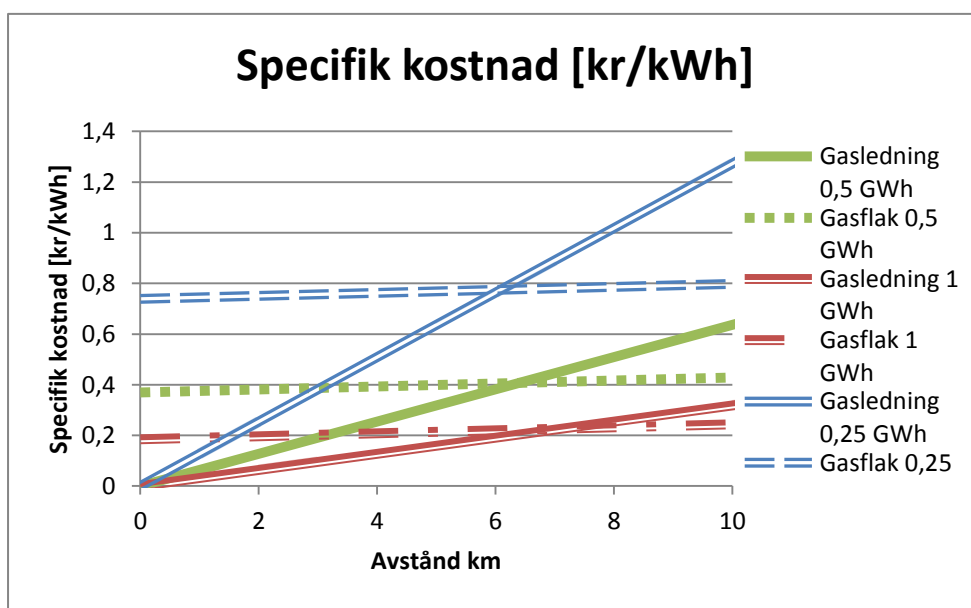
I figur 9 visualiseras hur den specifika kostnaden för distributionen beror av mängds fordonsgas. Resultatet i figur 9 visar att det på det givna avståndet är billigare med gasledning än gasflak för anläggningar i storleksordningen 0,25-5 GWh.



Figur 9: Hur den specifika kostnaden för distribution beror av mängden producerad fordonsgas. I detta exempel används avstånden 2,3 km.

### Generellt

De specifika kostnaderna som funktion av avståndet illustreras i figur 10. Resultatet i figur 10 visar att de specifika kostnaderna ökar snabbare för gasledning jämfört med gasflak. För alla storlekar gäller att gasledning är billigast upp till drygt 6 km, därefter är det billigare med gasflak. Resultatet visar sig också i tabell 17 och 18.



Figur 10: I figuren visas hur distributionskostnaderna per producerad mängd fordonsgas beror av avståndet.

#### 4.2.3 Sammanställning

I affärsmodell A, se tabell 19, uppgraderas 50 % av rågasflödet. En liten del av den producerade fordonsgasen säljs, resten används inom verksamheten, vilket leder till att det mesta av intäkterna kommer från minskade kostnader för diesel.

Tabell 19: Affärsmodell A utifrån biogasproducentens perspektiv.

Mängd fordonsgas [GWh]	0,25	0,5
<b>Specifik kostnad [kr/kWh]</b>		
<i>Rågasproduktion</i>	0,50	0,50
<i>Distribution</i>	0	0
<i>Tankning</i>	0,16	0,12
<b>Totalt</b>	0,66	0,62
<b>Specifik intäkt [kr/kWh]</b>		
<i>Försäljning</i>		
<i>Fordonsgas</i>	0,22	0,10
<i>Gödselgasstöd</i>	0,40	0,40
<i>Minskade kostnader</i>		
<i>Diesel</i>	0,71	0,83
<b>Totalt</b>	1,33	1,32
<b>Resultat (utrymme för uppgraderingskostnad</b>	0,67	0,71

I tabell 20 sammanställs resultatet för affärsmodell B. Jämfört med affärsmodell A har B lite lägre kostnader för tankning, trots att det tekniska systemet innehåller fler komponenter. Detta beror på att en större mängd fordonsgas produceras. Den interna användningen av fordonsgas är inte densamma för båda anläggningsstorlekarna. Detta gör att olika stor andel fordonsgas säljs externt, vilket visar sig i resultaten i tabell 20. Även de minskade kostnaderna för diesel påverkas av detta.

Tabell 20: Affärsmodell B utifrån biogasproducentens perspektiv.

Mängd fordonsgas [GWh]	0,5	1
<b>Specifika kostnaden [kr/kWh]</b>		
<i>Rågasproduktion</i>	0,50	0,50
<i>Distribution</i>	0,07	0,03
<i>Tankning</i>	0,14	0,12
<b>Totala kostnader</b>	0,70	0,65
<b>Specifika intäkter [kr/kWh]</b>		
<i>Försäljning</i>		
<i>Fordonsgas</i>	0,60	0,54
<i>Gödselgasstöd</i>	0,40	0,40
<i>Minskade kostnader</i>		
<i>Diesel</i>	0,36	0,41
<b>Totala intäkter</b>	1,35	1,35
<b>Resultat (utrymme för uppgraderingskostnad</b>	0,65	0,70

I Tabell 21 sammanställs affärsmodell C. I modellen hyr Glesbygdsgas AB ut utrustning till biogasproducenten, därför är de enda kostnaderna för Glesbygdsgas AB tankning och uppgradering. Intäkten för Glesbygdsgas AB utgörs av uthyrningsavgiften, som anpassats så att även lönsamhet uppnås hos biogasproducenten.

Tabell 21: Affärsmodell C utifrån Glesbygdsgas AB:s perspektiv.

Mängd fordonsgas [GWh]	0,25	0,5
<b>Specifika kostnaden [kr/kWh]</b>		
<i>Rågasproduktion</i>	0	0
<i>Distribution</i>	0	0
<i>Tankning</i>	0,16	0,12
<b>Totala kostnader</b>	0,16	0,12
<b>Specifika intäkter [kr/kWh]</b>		
Övriga intäkter		
<i>Hyra</i>	0,82	0,77
<b>Totala intäkter</b>	0,82	0,77
<b>Resultat (utrymme för uppgraderingskostnad)</b>	0,65	0,65

I affärsmodell D hyrs utrustningen ut av Glesbygdsgas som också köper all biogas som biogasproducenten producerar. Fordonsgasen säljs sedan av Glesbygdsgas AB till ett högre pris, se tabell 22.

Tabell 22: Affärsmodell D utifrån Glesbygdsgas AB:s perspektiv.

Mängd fordonsgas [GWh]	0,5	1
<b>Specifika kostnaden [kr/kWh]</b>		
<i>Inköp av rågas</i>	0,50	0,50
<i>Distribution</i>	0,00	0,00
<i>Tankning</i>	0,14	0,12
<b>Totala kostnader</b>	0,64	0,62
<b>Specifika intäkter [kr/kWh]</b>		
Försäljning		
<i>Fordonsgas</i>	0,97	0,97
<b>Totala intäkter</b>	0,97	0,97
<b>Resultat (utrymme för uppgraderingskostnad)</b>	0,34	0,36

#### 4.2.4 Kompletterande resultat

Affärsmodell C och D kan också ses ur biogasproducentens perspektiv. Därför har dessa modeller kompletterats med beräkningarna gjorda i tabell 23. I affärsmodell D köps en del av fordonsgasen tillbaka av biogasproducenten för att användas i verksamheten. Detta är valbart, eftersom intäkterna från ”minskade kostnader för diesel” är ungefär lika stora som kostnaderna för fordonsgas kommer valet inte att

påverka det ekonomiska resultatet. I uthyrningsavgiften i affärsmodell C ingår uppgraderings- och tankningsutrustning.

Tabell 23: Visar resultatet sett ur biogasproducentens perspektiv.

Affärsmodell	C	C	D	D
<b>Mängd fordonsgas [GWh]</b>	0,25	0,5	0,5	1
<b>Specifika kostnaden [kr/kWh]</b>				
<i>Rågasproduktion</i>	0,50	0,50	0,50	0,50
<i>Uthyrningsavgift</i>	0,82	0,77	0	0
<i>Inköp fordonsgas</i>	0	0	0,38	0,44
<b>Totala kostnader</b>	1,32	1,27	0,88	0,94
<b>Specifika intäkter [kr/kWh]</b>				
<i>Försäljning</i>				
<i>Fordonsgas</i>	0,22	0,10	0,50	0,50
<i>Gödselgasstöd</i>	0,40	0,40	0,40	0,40
<i>Minskade kostnader</i>				
<i>Diesel</i>	0,71	0,83	0,36	0,41
<b>Totala intäkter</b>	1,33	1,32	1,26	1,31
<b>Resultat (lönsamhet)</b>	0,01	0,06	0,38	0,38

Eftersom affärsmodell D inte kan ha distribution med hjälp av gasledning, pga. behov av mobilitet, utvärderas möjligheterna för att använda gasflak i tabell 24. Skillnaden mot tidigare tabeller är att det nu ingår en distributionskostnad för modell D. Utrymmet för uppgraderingskostnad och vinst blir mindre i detta fall.

Tabell 24: Sammanställning av kostnader för affärsmodell D utifrån Glesbygdsgas AB:s perspektiv, med gasflak som distribution.

Mängd fordonsgas [GWh]	0,5	1
<b>Specifika kostnaden [kr/kWh]</b>		
<i>Inköp av rågas</i>	0,5	0,5
<i>Distribution</i>	0,38	0,19
<i>Tankning</i>	0,11	0,09
<b>Totala kostnader</b>	0,99	0,78
<b>Specifika intäkter [kr/kWh]</b>		
<i>Försäljning</i>		
<i>Fordonsgas</i>	0,97	0,97
<b>Totala intäkter</b>	0,97	0,97
<b>Resultat (utrymme för uppgraderingskostnad)</b>	-0,02	0,19

## 5 Resultatanalys

I detta kapitel analyseras de fyra affärsmodellerna utifrån ”the business model canvas”. Här analyseras även det ekonomiska resultatet som redovisades i kapitel 4.

### 5.1 Affärsmodell A

I affärsmodell A äger biogasproducenten förutom rågasproduktionen också uppgraderings- och tankningsutrustning samt gasfordon. Tanken är att producera fordonsgas, el och värme för intern avsättning för att få en effektiv användning av rågasen och den befintliga utrustningen. När gasdrivna arbetsmaskiner tillgängliggörs kan fordonsgasproduktionen ökas, antingen genom att minska de andra produkterna eller öka den totala produktionen av rågas. Analysen utgår från biogasproducentens perspektiv.

#### 5.1.1 Erbjudande

**Erbjudandet** i affärsmodell A är att småskalig uppgradering och tankning av fordonsgas ska öka lönsamheten för biogasanläggningen. Genom att producera en produkt med större möjligheter för avsättning ökas nyttjandegraden av den befintliga biogasanläggningen. Som en konsekvens av erbjudandet ökar också självförsörjandegraden i verksamheten genom att biogasproducenten kan minska användningen av inköpta fossila fordonsbränslen. En ytterligare förtjänst av erbjudandet är en ökad andel förnybar energi i verksamheten. Erbjudandet kan passa en verksamhet med önskan att förstärka sin miljöprofil. Det passar verksamheter med ett jämt behov av en liten mängd fordonsgas, t.ex. ett mindre åkeri, eller annan transportverksamhet.

#### 5.1.2 Kundsegment, distributionskanaler och kundrelationer

Gasen som produceras kan potentiellt säljas till ett **kundsegment** som har möjlighet att långsamtanka sitt fordon vid anläggningen t.ex. grannar eller partners. De här kunderna utmärker sig i att de finns i det direkta närområdet och ser ett mervärde i att få tillgång till fordonsgas.

**Distributionskanalerna** är långsamtankning vid anläggningen.

**Kundrelationerna** präglas av personlig kontakt då det är ett litet antal kunder. Försäljningen sker via självbetjäning vid tankstället.

#### 5.1.3 Tillgångar, resurser, partners och aktiviteter

Den viktigaste **resursen** som biogasproducenten har är den enkla och billiga uppgraderingstekniken för småskalig uppgradering och den producerade fordonsgasen.

**Aktiviteter** i byggnadsfasen går ut på att utföra systemdimensionering. I nästa steg trimmas anläggningen in för att anpassa produktionen efter användningen. Ett styrsystem underlättar driften av anläggningen. Alla aktiviteter kopplar till produktionen.

Viktiga **partners** är installatörer och servicepersonal av utrustning.

#### 5.1.4 Intäktsströmmar och kostnadsstruktur

**Intäktsströmmarna** för kunden kommer från minskade kostnader för diesel, i och med att en motsvarande produkt, istället för att inhandlas, produceras på gården. Intäkterna kommer också från de statliga stödsystemen gödselgasstöd och investeringsstöd (vilket minskar kapitalkostnaderna). Ytterligare en intäkt kommer från försäljning av en liten del av den producerade fordonsgasen.

**Kostnaderna** ligger i inköp av utrustning och finansiering av aktiviteterna. I den här typen av företag är aktiviteter för att minska de stora investeringskostnaderna viktiga och det karakteriserar en kostnadsdriven verksamhet. Dock kan verksamheten även ses som värde driven då erbjudandet handlar om att sälja mervärden som t.ex. miljöprofilering.

**Det ekonomiska resultatet** visar att det finns utrymme för uppgradering och vinst i affärsmodell A. Resultatet visar också att modellen är beroende av gödselgasstödet.

#### 5.1.5 SWOT-analys

**Styrkor:** Den tekniska lösningen ter sig väldigt enkel i utformningen, vilket också gör den lätt att implementera. Den lämpar sig bra för verksamheter med befintlig biogasproduktion. Erbjudandet löser problem och uppfyller behov hos biogasproducenten.

**Svagheter:** Biogasproducenten måste stå för stora investeringskostnader och ansvaret att stå för all avsättning av gasen. Ytterligare investeringar i t.ex. gasfordon kan komma att behövas. För att affärsmodell A ska vara möjlig, krävs uppgraderingstekniker som producerar gas inom det beräknade ekonomiska utrymmet.

**Möjligheter:** Modellen kan sätta igång en biogasmarknad ute i glesbygden. Modell A är den enklaste varianten av anläggning, genom att utveckla den till att pro-

ducera mer fordonsgas kan en marknad långsamt växa fram. Detta gynnar också det lokala energisystemet. I biogasproducentens verksamhet ges möjlighet till att minska beroendet av fossila bränslen, vilket minskar klimatpåverkan. Modellen ger möjlighet för verksamheten att förstärka sin miljöprofil, i och med närheten till slutkunden.

**Hot:** Det största hotet mot verksamheten är om styrmedlen försvinner. Ett annat hot är den låga mognadsgraden hos tekniken. Beroendet av utrustningsleverantören är stort då det inte finns några andra aktörer med kunskap om underhåll osv.

## 5.2 Affärsmodell B

I affärsmodell B äger biogasproducenten också uppgraderings- och tankningsutrustning samt gasfordon, men producerar nu fordonsgas av hela rågasflödet. Den producerade fordonsgasen behöver ytterligare avsättning förutom användning i den egna verksamheten, vilket ställer lite andra krav på tankningsutrustningen. Det finns stora likheter mellan modell A och B.

### 5.2.1 Erbjudande

Affärsmodellens **erbjudande** kommer att vara den producerade fordonsgasen. Ytterligare värden som erbjuds kunden är möjligheten att minska sina egna och samhällets utsläpp och att främja lokala näringar på glesbygden. Beroende på de ekonomiska förutsättningarna kan priset anpassas för att ligga under de fossila alternativen, för att attrahera ytterligare kunder. För att trygga försörjningen kan en partner tas in för leverans av gas vid t.ex. driftstopp. Erbjudandet är till största del kvantitativt då en viss mängd gas säljs till ett visst pris. Kunder som söker en miljöprofil kan då lockas till tankstället med hjälp av t.ex. en butik med försäljning av närproducerad, ekologisk mat. Detta gör erbjudandet mer kvalitativt.

### 5.2.2 Kundsegment, distributionskanaler och kundrelationer

**Kunden** i det här fallet är den som köper den producerade fordonsgasen. Det är en person eller organisation som brinner för miljöfrågor och vill stödja de lokala näringarna. Hos kunden finns ett behov av att byta ut fossila bränslen som uppstått på grund av t.ex. kommunala miljömål, miljömål i företag eller pga den enskilde privatpersonens vilja att påverka. I och med att kunden har detta engagemang i miljö- och/eller landsbygdsfrågan gör denne redan aktiva val vid t.ex. livsmedelsinköp. Kundsegmentet som passar in i denna beskrivning kan vara offentlig sektor, industri och/eller privatpersoner. Detta kan ses som ett segmenterat kundsegment då de nås på olika sätt. Det går också att nischa sig mot ett av kundsegmenten om resurserna inte räcker till mer.

**Kanalen** för att nå ut till kunderna är tankstället, där placeringen kan komma att påverka behoven av distribution av gas. Om placeringen gör att tankstället blir för dyrt för biogasproducenten kan alternativa ägarstrukturer användas för den här delen av tekniken. Förslag på dessa kan vara andelsägende i ett tankställe, eller att ha en extern ägare. Deläggande skulle kanske vara aktuellt om t.ex. en kommun är



den enda kunden och de vill ha tankstället närmare verksamheten. Ett tredje alternativ är att man använder sig av en partner som äger tankstället. Kommunikationen med kunderna sker genom information på tankstället eller via marknadsföringskanaler i media. Ett förslag skulle kunna vara att skapa en facebookgrupp som heter "Vi som tankar biogas i Töreboda" som visar upp vart gasen produceras och vilka samhällsnyttor som skapas. Marknadsföring kan också ske i traditionella kanaler så som lokala medier t.ex. genom att vara med i en artikel i en lokal tidning eller sponsra ett lokalt fotbollslag.

**Relationen med kunden** består av självbetjäning vid tankstället eller anpassad självbetjäning via t.ex. en betalningsapp eller hemsida, se mer under "partners". Kundrelationen kan förstärkas genom personlig kontakt vid tankningsstället. Detta kan finansieras genom försäljning av andra produkter vid tankstället.

#### 5.2.3 Tillgångar, resurser, partners och aktiviteter

**Resurserna** är fysiska i form av utrustning och mänskliga i form av försäljningskompetens, teknisk support och utveckling av utrustning.

**Aktiviteter** kopplade till denna modell är drift och underhåll av utrustning, uppföljning av försäljning och marknadsföring av produkten. Aktiviteterna är till största del kopplade till produktion. De skulle också kunna klassas som problemlösning och plattformsarbete beroende på hur man utvecklar affärsmodellen, se exempel under partners.

Potentiella **partners** skulle kunna vara andra biogasproducenter och en apptillverkare som tillsammans gör ett plattformsarbete för att ta fram konceptet "tanka på gård" som innebär att fordonsgas från flera producenter säljs i appen. Genom att kunden blir medlem får denne tillgång till ett community där tankställen m.m. marknadsförs. Detta skulle kunna kombineras med andra produkter precis på samma sätt som vid tankstället. Andra tänkbara partners är potentiella delägare av utrustning och/eller någon som hyr ut gasfordon, vilket hjälper utbyggnaden av marknaden. Ytterligare partners kan behövas för marknadsföring.

#### 5.2.4 Intäktsströmmar och kostnadsstruktur

**Intäktsströmmarna** kommer från minskade dieselkostnader, försäljning av gas, gödselgasstöd och eventuella investeringsstöd. Ytterligare intäkter skulle kunna genereras genom att använda fordonsgasens försäljningskanal, tankstället, till försäljning av andra produkter. Prissättningen på fordonsgasen och karaktären på transaktionen beror på vilken kund som avses. För privatpersoner sker prissättningen genom anpassning till rådande marknad och kundens betalningsvilja. Transaktionen som kunden gör vid tankstället karakteriseras som en engångsföreteelse. För offentlig sektor och industri är det mer sannolikt att priset sätts genom förhandling och att transaktionen är pågående utifrån rådande avtal.

**Kostnadsstrukturen** som kopplas till modellen innebär stora investeringskostnader för utrustning, kostnader för service och supportavtal samt teknikutveckling. I

den här typen av företag är aktiviteter för att minska de stora investeringskostnaderna viktiga och det karakteriserar en kostnadsdriven verksamhet. Dock kan verksamheten även ses som värddriven då erbjudandet handlar om att sälja mer värden som t.ex. miljöprofilering.

**Det ekonomiska resultatet** visar på att modell B är lönsam med vissa av dagens tillgängliga uppgraderingstekniker. Modell B har sämre lönsamhet än modell A för båda anläggningsstorlekarna. Modellen är beroende av gödselgasstödet.

#### 5.2.5 SWOT-analys

**Styrkor:** Genom att sälja en del av gasen ökas intäkterna, vilket minskar trycket på att hitta avsättning på gården.

**Svagheter:** En extern biogasmarknad måste växa fram, vilket kräver tid och kanske en del pengar för marknadsföring.

**Möjligheter:** Öka användningen av förnybara bränslen ute på landsbygden. Det finns möjligheter för biogasproducenter att gå ihop och ha gemensamma plattformar för marknadsföring t.ex. Det finns också möjligheter kopplade till försäljningsplattformen, där fler produkter skulle kunna erbjudas. Engagemanget för nyttorna med svenskt jordbruk kan lyftas fram ur ett nytt perspektiv. Klimatnyttan med biogas blir här också väldigt tydligt då biogasen är ett klockrent exempel på cirkulär ekonomi och kretslopp, vilket kan gynna hela branschen.

**Hot:** Att det inte finns något intresse för biogas i närområdet eller att styrmedlen försvinner.

### 5.3 Affärsmodell C

Glesbygdsgas AB representerar en aktör som står för alternativt ägande. De äger uppgraderings- och tankningsutrustning samt ev gasfordon. Ett avtal upprättas med biogasproducenten om leasing av utrustningen. Som i affärsmodell A kommer fordonsgas, el och värme produceras och användas på anläggningen. Affärsmodellen analyseras ur Glesbygdsgas AB:s perspektiv.

#### 5.3.1 Erbjudande

Här är **erbjudandet** tjänsten produktion av fordonsgas. Som i affärsmodell A erbjuds bättre lönsamhet genom att öka nyttjandegraden, självförsörjning och fördelarna med förnybar energianvändning. Glesbygdsgas AB som äger anläggningen tar hand om projektering, installation och enligt överenskommelse även drift och underhåll på anläggningen. Överenskommelser om att driften sköts av kund kan förekomma. Erbjudandet om uthyrning av utrustning innebär att Glesbygdsgas AB tar den risk det innebär att investera i utrustning. Genom att erbjuda teknisk support, stöttas kunden genom uthyrningsperioden. I och med att den hyrda utrustningen är mobil kan utrustningen flyttas eller bytas ut vid behov, vilket gör att utrustningen kan uppgraderas till en större modell med endast en ökning av hyran.

Erbjudandet klassas som kvalitativt då det kundanpassas genom hela uthyrningsperioden.

#### 5.3.2 Kundsegment, distributionskanaler och kundrelationer

**Kunden** är en småskalig biogasproducent, vilket t.ex. skulle kunna vara en gård eller ett mindre reningsverk med en befintlig biogasanläggning. Biogasproducenter som saknar tid och kunskap om uppgradering och tankning är potentiella kunder för Glesbygdsgas AB. Lantbrukare som är biogasproducenter har sannolikt ett intresse av att få ett mer hållbart lantbruk, med ökad lönsamhet, vilket går att läsa mer om i tidigare kapitel. Biogasproducenter i kommunal ägo kan vara intresserade av att uppnå energi- och klimatstrategier genom produktion av fordonsgas. Detta är ett segmenterat kundsegment då de två grupperna har samma problem och behov, dock skiljer dem sig åt när det kommer till t.ex. marknadsföring.

**Distributionskanaler** i denna modell är marknadsföringen som inriktas mot de två kundsegmenten. Ett förslag på säljkanal skulle kunna vara genom en partner som säljer biogasanläggningar eller som säljer/hyr ut gasfordon.

**Relationen** med kunderna upprätthålls genom att utrustningen hålls fungerande. Det är viktigt att det finns en kontinuerlig kommunikation med kunden genom en personlig kontakt för att se till att utrustningen underhålls som den ska. Det måste inte vara driftpersonal från Glesbygdsgas AB på plats, men support ska finnas som t.ex. hjälper till med beställning av reservdelar, eller service.

#### 5.3.3 Tillgångar, resurser, partners och aktiviteter

**Resurser** som är viktiga i detta fall är utrustningen, ingenjörer för utveckling av utrustningen, försäljare, marknadsförare och teknisk support. Till största delen är resurserna fysiska i form av utrustning och mänskliga i form av kunnig personal.

**Aktiviteter** som är viktiga för Glesbygdsgas AB är det kontinuerliga arbetet med underhåll och teknisk support. Det är också att hela tiden förbättra produkten så att den blir billigare att tillverka och lättare att mobilisera. Aktiviteterna är kopplade till produktion.

**Partners** som är viktiga för företaget är underleverantörer, drift/underhålls företag och möjligtvis en aktör som säljer eller hyr ut gasfordon.

#### 5.3.4 Intäktsströmmar och kostnadsstruktur

**Intäkterna** kommer från de uthyrningsavgifter som betalas in av kunderna, där prissättningen inte bara gäller utrustningen utan också teknisk support och ev. drift och underhåll. Prissättningen är dynamisk då den kundanpassas. Transaktionen är pågående då uthyrningsavgiften antagligen betalas in utifrån ett avtal. Prissättningen (storleken på uthyrningsavgiften) kan göras t.ex. utifrån fordonsgasvolym.

**Kostnadsstrukturen** präglas av stora investeringskostnader för utrustning, lönekostnader för teknisk support, underhåll och teknikutveckling. För kunden för-

svinner investeringsbehovet och på så sett risken. I den här typen av företag är aktiviteter för att minska de stora investeringskostnaderna viktiga och det karakteriserar en kostnadsdriven verksamhet. Dock kan verksamheten även ses som värde driven då erbjudandet handlar om att sälja mervärden som t.ex. miljöprofilering, kundanpassad utrustning och teknisk support.

**Det ekonomiska resultatet** visar att större anläggningar har med affärsmodell C inte lika stort utrymme för uppgraderingskostnad och vinst. Detta kan bero på att biogasproducentens intäkter till stor del kommer från försäljning av fordonsgas. Som tidigare nämnts är mängden såld fordonsgas på en ”liten” anläggning beroende av den interna avsättningen, som skiljer sig mellan en 0,5 GWh-anläggning och en 1 GWh-anläggning. Resultatet indikerar att affärsmodellen har ett behov av en viss mängd extern försäljning av fordonsgas. Ur biogasproducentens perspektiv är affärsmodellen lönsam.

#### 5.3.5 SWOT-analys

**Styrkor:** Den här modellen minskar riskerna för anläggningsägaren. Den är också väldigt flexibel, vilket gör att man lätt kan skala upp sin anläggning i takt med att en extern marknad skapas.

**Svagheter:** Biogasproducenten är beroende av att Glesbygdsgas AB som hyr ut utrustningen går bra, för om de läggs ner så försvinner tjänsten. Det kan få negativa effekter för biogasproducenter och ev. externa fordonsgaskunder. Affärsmodellen är beroende av att den teknik som används är flyttbar. Flyttbarheten kan påverka priset på utrustningen.

**Möjligheter:** Den här modellen kan vara bra för att koordinera en marknadsutveckling i ett närområde. Med företaget som spindeln i nätet kan fler och fler anläggningar placeras ut, vilket långsamt utökar fordonsgaskunderna utifrån efterfrågan. Affärsmodell C kan implementeras med lägre vinstmarginaler för att sätta igång marknaden. Sedan kan affärsmodell D användas då den har större utrymme för uppgraderingskostnad och vinst.

**Hot:** Även denna modell är beroende av styrmedel.

### 5.4 Affärsmodell D

I den här affärsmodellen produceras fordonsgas av hela gasflödet, vilket skapar ett försäljningsbehov. Detta gör att tjänsten som Glesbygdsgas AB erbjuder både består av uppgradering av biogas och försäljning av fordonsgas. Analysen är gjord utifrån Glesbygdsgas AB:s perspektiv.

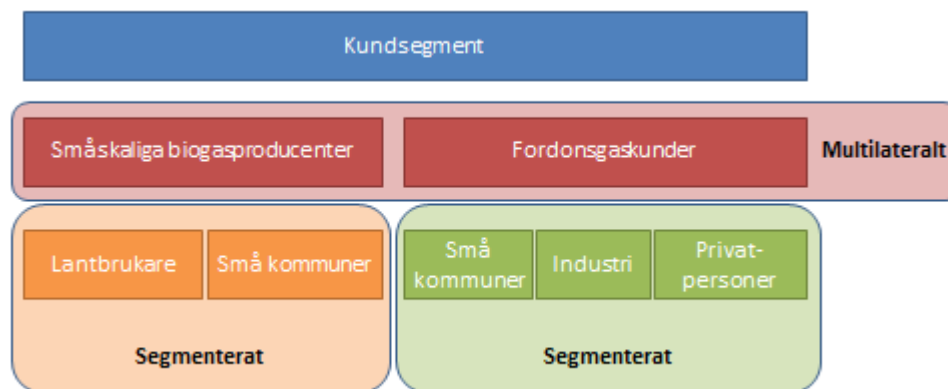
#### 5.4.1 Erbjudande

Det tekniska systemet är likadant som för modell B, men **erbjudandet** är inte det samma då det i detta fall är en tjänst. Det som erbjuds kunden är att köpa tjänsten produktion och försäljning av fordonsgas, vilket sker genom att utrustning hyrs ut

till kunden som täcker in hela det tekniska systemet från uppgradering till slutkund. Försäljningen sköts av Glesbygdsgas AB som skriver avtal med gaskunder eller jobbar med marknadsföring för att etablera en marknad. Kunden som köper tjänsten säljer biogas till Glesbygdsgas AB och får på det sättet intäkter. Kunden får som en följd av denna lösning också en bättre utnyttjandegrad då all producerad gas avsätts.

#### 5.4.2 Kundsegment, distributionskanaler och kundrelationer

**Kunderna** är både småskaliga biogasproducenter, t.ex. lantbrukare och små kommuner, och fordonsgaskunder. Detta innebär att kundsegmentet är multilateralt eftersom de båda kundgrupperna behövs för att få en fungerande affärsmodell. Kundgrupperna kan brytas ner i mindre, segmenterade grupper. I figur 11 visualiseras hur kunderna delas upp utifrån fordonsgasens värdekedja. De kundgrupperna har undergrupperingar som kan kategoriseras som segmenterade.



Figur 11: En visualisering av de multilaterala och segmenterade kundsegmenten

**Distributionskanalerna** består av att utrustning levereras i en container som kan placeras och kopplas in i biogasanläggningen utan större åverkan. Tjänsten marknadsförs genom t.ex. media. Försäljningen sker genom att ett avtal som upprättas efter inventering av biogasanläggningen och potentiella fordonsgaskunder. Den största delen av utrustningen bedöms kunna göras lättflyttad, vilket är bra för en affärsmodell där en tjänst säljs. Detta är ett hinder för distribution med gasledning som inte går att flytta för en rimlig kostnad. Försäljningen sker lämpligtvis vid anläggningen eller via gasflak. Eventuellt kan biogasproducenten välja att ta den risk som det innebär att etablera en gasledning.

**Relationen** med kunden är väldigt viktig, precis som i modell C finns ett löpande avtal där relationen bygger på att Glesbygdsgas AB stöttar kunden genom teknisk support och håller sin del av avtalet gällande exempelvis försäljningen av gasen. Den personliga kontakten är väldigt viktig för den här affärsmodellen. Det kan

också vara värdefullt att upprätta ett samarbete med kunden gällande utrustningens utveckling, drift och underhåll.

#### 5.4.3 Tillgångar, resurser, partners och aktiviteter

De **resurser** som är viktiga för företaget är tekniken/utrustningen, kundrelationerna, stark försäljningskompetens för att bygga upp lokala marknader för fordonsgas. Detta innebär att resurserna är både fysiska, intellektuella och mänskliga.

För att få Glesbygdsgas AB att gå runt behövs **aktiviteter** så som utveckling av utrustning, arbete med försäljning av gas på nya biogasmarknader och marknadsföring av erbjudandet. Aktiviteterna är till största del kopplade till produktion. Dock kan det förekomma problemlösning hos kund, samt plattformarbete för marknadsföring t.ex. tillsammans med partners.

Potentiella **partners** är som i tidigare modeller underleverantörer, drift/underhålls företag och möjligtvis gasfordonstillverkare för att utveckla modellen till att erbjuda även fordon. I den här modellen kan även gasdistributörer och marknadsföringspartners vara viktiga.

#### 5.4.4 Intäktsströmmar, och kostnadsstruktur

**Intäkterna** kommer från kundens uthyrningsavgift som styrs av hyresavtal. Kunden som hyr anläggningen får köpa tillbaka en del av gasen, med prissättning genom avtal. Prissättningen är dynamisk då den kundanpassas. Transaktionen är pågående då uthyrningsavgiften betalas in varje månad. Resten av gasflödet säljs till fordonsgaskunderna. Prissättningen på fordonsgasen och karaktären på transaktionen beror på vilken kund som avses. För privatpersoner sker prissättningen genom anpassning till rådande marknad och kundens betalningsvilja. Transaktionen karakteriseras som en engångsföreteelse. Den kommer dock troligtvis att fortsätta för privatpersoner som investerat i gasbil. För offentlig sektor och industri är det mer sannolikt att priset sätts genom förhandling och att transaktionen är pågående utifrån rådande avtal.

**Kostnadsstrukturen** präglas av stora investeringskostnader kopplade till utrustning. Andra kostnader är kopplade till företagets aktiviteter. Till viss del är företaget kostnadsdrivet då mycket jobb behövs för att få ner investeringskostnaderna. På ett annat sätt är företaget värdedrivet då den tekniska supporten och den individuella designen utav utrustningen är något som kunden värdesätter.

**Det ekonomiska resultatet** för denna modell visar att det finns utrymme för uppgraderingskostnad och vinst. Det finns även utrymme för det fallet då gasflak används för distribution. Biogasproducenten visar lönsamhet för denna affärsmodell.

#### 5.4.5 SWOT-analys

**Styrkor:** Genom att hyra utrustning minskas riskerna för anläggningsägaren och genom att ha en försäljning av fordonsgas minskas trycket på att hitta avsättning hos anläggningsägaren. I det här fallet får anläggningsägaren hjälp med att hitta

avsättning för all fordonsgas. Företaget kan bygga upp en kompetens kring fordonsgasförsäljning i glesbygd, vilket är mer effektivt än om varje anläggningsägare måste lära sig det.

**Svagheter:** Modellen är beroende av att företaget lyckas skapa en fordonsgasmarknad. Anläggningsägaren är också beroende av att företaget går bra.

**Möjligheter:** Den här affärsmodellen kan samexistera med modell C, då den är en utveckling av C där företaget börjar sälja fordonsgas externt som sedan också kan ökas. Det finns möjligheter att öka användningen av fordonsgas i området och på så sätt minska klimatpåverkan. Konceptet skapar också, precis som i B, plattformar att sälja andra produkter, och marknadsföra svenskt jordbruk och fördelarna med biogas vilket gynnar branschen.

**Hot:** Om styrmedlen tas bort hotas verksamheten. Det finns också hot kopplat till försäljningen av fordonsgas t.ex. om avtal upprättas med endast en stor kund, som sedan drar sig ur.

## Diskussion och slutsats

I beräkningar och analyser har fokus varit på småskalig produktion av fordonsgas generellt. Sötåsens naturbruksgymnasium har använts som exempel, dock finns det vissa situationer då Sötåsen inte kan användas för att beskriva småskalig biogasproduktion. Till att börja med finns det bättre förutsättningar för avsättning av gasen i Sötåsens egna verksamhet eftersom det finns ett stort antal fordon och avsättning för all producerad värme genom ett fjärrvärmenät. I de fall där dessa förutsättningar inte finns uppstår ett behov av att hitta externa kunder för avsättningen.

Inställningen hos biogasproducenter och kunder är positiv. Resultatet av de ekonomiska beräkningarna visar också på att de tekniska förutsättningarna ihop med de ekonomiska styrmedlen tillsammans skapar bra förutsättningar för småskalig produktion av fordonsgas. Genom att vara kreativ och ta tillvara på de möjligheter som finns i den enskilda verksamheten och i närområdet, kan produktion av fordonsgas småskaligt vara möjligt. Utmaningarna som finns är att nå ut till lokala fordonsgaskunder, skapa förutsättningar för intern avsättning för fordonsgas och att göra sig långsiktigt oberoende av ekonomiska styrmedel, då deras framtid är oviss. Det finns också tekniska utmaningar kopplat till att göra småskaliga uppgraderingstekniker billiga och kommersiella.

Den geografiska placeringen av Sötåsen är ytterligare en faktor som inte gäller generellt sett. Därför gjordes beräkningar för distributionen med avseende på avstånd. Beräkningarna visade att även gasflak kan vara lönsamt för vissa uppgraderingstekniker, vilket öppnar upp marknaden och möjligheterna att hitta kunder till fordonsgasen. Att ha tankningen vid anläggningen är den mest kostnadseffektiva placeringen, dock kan möjligheten att hitta en kund begränsas. Det betyder att analysen av ett kundsegment som vill tanka vid anläggningen först bör göras. Analysen av kundunderlaget kan göras genom att använda underlaget i denna rapport, se kapitlet om aktörsanalys. Resultatet från analysen bör också visa om det finns ett kundunderlag för ett publikt, semi-publikt (med något slags medlemskap) eller ett icke-publikt (enskild kund med avtal) tankställe. Med ett publikt tankställe behöver det bland annat finnas trygg försörjning av gas, och ett mer avancerat betalsystem.



Alternativa affärsmodeller kan vara fördelaktigt vid utbyggnad av fordonsgasmarknaden. Eftersom minst risker tas genom att utbyggnaden sker stegvis lämpar sig inte affärsmodeller som bygger på investeringar i utrustning med långa avskrivningstider. De alternativa affärsmodellerna erbjuder flexibilitet vilket möjliggör den stegvisa utbyggnaden. Den här typen av systembyggande kräver tekniskt kunnande och en förståelse för marknadsföring, vilket kan samlas i Glesbygdsgas AB.

Glesbygdsgas AB kan även bestå av ett flertal aktörer t.ex. biogasproducenter och framtida kunder, vilket mer påminner om de exempel som finns i branschen idag. Branschen är kapitalintensiv, vilket har präglat den genom att den varit starkt beroende av investeringsstöd för att kunna konkurrera med fossila bränslen. Rätt kundunderlag, finansieringsmodell och alternativa försäljningsformer kan vara en del av lösningen för att göra småskalig fordonsgasproduktion lönsam, dock krävs fortfarande styrmedel för att få ihop den ekonomiska kalkylen idag. Att all producerad fordonsgas säljs eller ersätter diesel (intern användning) är något som är avgörande för resultatet, likaså att lösa finansieringen av utrustningen.

I de erbjudanden som presenteras i modellerna räknas ett antal värden upp som inte grundar sig i ekonomiska resultat. Detta visar att lönsamheten inte bara är kopplad till vilka volymer fordonsgas som säljs. Aktörskartläggningen visar på att många av kunderna efterfrågar de här värdena, vilket i sig talar för att småskalig fordonsgasproduktion har en framtida marknad.

De kostnadsuppskattningar som används för att beräkna tankningsutrustningens kostnader anses av Ag (201&) vara i överkant. Den här typen av utrustning säljs genom att förhandlingar med kund, vilket kan förklara detta. Trots detta visar alla fyra affärsmodeller på att det finns utrymme för uppgraderingskostnad och vinst, med hjälp av ekonomiska styrmedel.

#### **Slutsatser:**

- **Småskalig produktion av fordonsgas har bra förutsättningar, marknadsmässigt, tekniskt och ekonomiskt.**  
Det finns biogasproducenter som vill köpa uppgradering och tankningsutrustning. Det finns också kunder som kan utgöra grunden till att bygga lokala biogasmarknader. Tekniken för småskalig uppgradering utvecklas och det finns utrymme för uppgraderingskostnad och vinst i alla fyra affärsmodellerna.
- **Minst risker finns hos affärsmodeller med alternativ ägarstruktur och tankning vid anläggning (alltså ingen distributionsutrustning)**  
Dessa modeller erbjuder flexibilitet, vilket minskar riskerna för biogasproducenten. Riskerna flyttas istället till Glesbygdsgas AB som anses vara mer lämpad att hantera dem. Modellerna lämpar sig bättre då syftet är att sakta bygga upp kapaciteten för produktion av fordonsgas. Genom att kommersialisera tekniken för småskalig uppgradering, fastställa långsiktiga styrmedel och utveckla affärsmodellerna kan småskalig produktion av fordonsgas bli verklighet.

- **Mest lönsam är 1 GWh-anläggningen.**  
1 GWh visar sig vara lönsam i alla modeller, därför dras slutsatsen att undersökningen visar på att det finns skalfördelar. Detta antas bero på att kostnaderna för komponenterna i utrustningen inte alltid är kopplat till storleken, utan är lika stor oavsett stölek. För affärsmodell A kan det dock vara att föredra småskalighet framför storskalighet för att få avsättning för all fordonsgas i verksamheten. Detta gör att man slipper att hantera kunder.
- **Låga metanhalter i fordonsgas är idag inte tillåtet.**  
Utifrån de standarder som finns idag tillåts endast höga halter av metan, och detta gör att uppgraderingstekniken processintern metananrikning måste kompletteras med t.ex. ett askfilter.
- **Fordonsgas i dieselmotorer är inte tillåtet.**  
Det är enligt svensk standard endast tillåtet att använda fordonsgas i ottomotorer. Fordon med t.ex. dual-fuel motorer får endast användas med giltig dispens.
- **Distribution med gasledning är det billigaste alternativet på korta avstånd.**  
Upp till 6 km är gasledningar billigast, därefter är istället gasflak billigast.

## Referenslista

- AGA (2016). *Seccura automatisk gasförsörjning*.  
[http://www.aga.se/internet.lg.lg.swe/sv/images/AGA%20SECCURA%20Cylianders%20Datasheet%20SE586\\_138010.pdf](http://www.aga.se/internet.lg.lg.swe/sv/images/AGA%20SECCURA%20Cylianders%20Datasheet%20SE586_138010.pdf) [2016-05-05]
- Ahlberg-Eliasson K. (2015). *Slutrapport Utvärdering av biogasanläggningar på gårdsnivå*. Hushållningssällskapens Förbund, Stockholm.
- Andersson J. (2013). *Uppgradering av biogas med aska från trädbränslen*. Examensarbete 2013:01, ISSN 1654-9392, SLU, institutionen för energi och teknik, Uppsala.
- Andersson J., Olsson H., Ascue J., Rogstrand G., Edström M. och Nordberg Å. (2014). *Processintern metananrikning vid gödselrötning – försök i pilotskala*. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Kretslopp och Avfall, rapport nr 50.
- Bedoya, I.D., Arrieta, A.A. och Cadavid, F.J. (2009). *Effects of mixing system and pilot fuel quality on diesel- biogas dual fuel engine performance*. Bio-resource technology, 100 (24), 6624-6629.
- Benjaminsson J. och Nilsson R. (2009). *Distributionsformer för biogas och naturgas i Sverige*. Grontmilj.
- Benjaminsson, J. (2006). *Nya renings- och uppgraderingstekniker för biogas*. Linköpings tekniska högskola. SGC – Svenskt gastekniskt center. Rapport 163.
- Berglund P., Bohman M., Svensson M. och Benjaminsson J. (2012). *Teknisk och ekonomisk utvärdering av lantbruksbaserad fordonsgasproduktion*. SGC, Rapport nr 249
- Biogas Brålanda. (2016). <http://www.biogasbralanda.se/> [2016-02-29]
- Biogas Gotland (uå). *Vanliga frågor*. <http://biogasgotland.se/vanliga-fragor/> [2016-02-16]

Biogasportalen (2015-08-31). *Vad är biogas? - Energiinnehåll*.  
<http://www.biogasportalen.se/FranRavaraTillAnvandning/VadArBiogas/Energiinnehall> [2015-01-22]

Biogasportalen (2015-09-25). *Biogas i siffror – produktion*.  
<http://www.biogasportalen.se/BiogasISverigeOchVarlden/BiogasISiffror/Produktion> [2016-01-20]

Biogassys (2016-08-28). *50 000 bilar och drygt 150 tankställen*.  
<http://kfsk.se/biogassys/biogasbilaga/biogas-som-drivmedel-har-for-att-stanna/>  
[2016-05-04]

Biorega AB. *Småskalig uppgradering och erfarenheter längs vägen*. Se länk till power point <http://www.biogasost.se/LinkClick.aspx?fileticket=RFeg1-jPg0Y%3D&tabid=85> [2016-02-02]

Biosling (2014-05-09). *Biosling – en uppgraderingsanläggning för småskaliga biogasanläggningar*.  
[http://www.skargardarnasriksforbund.se/document/2014-05-09\\_13996176741.pdf](http://www.skargardarnasriksforbund.se/document/2014-05-09_13996176741.pdf) [2016-02-02]

Blom H., Mccann M och Westman J. (2012). *Småskalig uppgradering och förädling av biogas*. Pöyry Swedpower AB.

Bolagsverket (2014-12-05). *Vad är ett aktiebolag?*  
<http://www.bolagsverket.se/ff/foretagsformer/aktiebolag/vad-1.3068> [2016-05-18]

Bordelanne, O., Montero, M., Bravin, F., Prieur-Vernat, A., Oliveti-Selmi, O., Pierre, H., Papadopoulo, M. & Muller, T. (2011). Biomethane CNG hybrid: A reduction by more than 80% of the greenhouse gases emissions compared to gasoline. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 3 (5), 617-624.

BRC fuelmaker. *Our products*. <http://www.brcfuelmaker.com/en/prodotti-phill-fmq-aziendali-domestici-brc-fuel-maker.aspx> [2016-03-18]

CEN (2016). *CEN/TC 408 - Project Committee - Natural gas and biomethane for use in transport and biomethane for injection in the natural gas grid*.  
[http://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP\\_ORG\\_ID:853454&cs=174897F88F3A6DE65FFC3CA2671DBF515](http://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP_ORG_ID:853454&cs=174897F88F3A6DE65FFC3CA2671DBF515) [2016-02-10]

Circle K (2016-05-06). *Drivmedelspriser för privatkunder. Aktuella drivmedelspriser*. (Se länk till excelfil).  
[https://www.circlek.se/sv\\_SE/pg1334072467111/privat/Drivmedel/Priser/Priser-privatkund.html](https://www.circlek.se/sv_SE/pg1334072467111/privat/Drivmedel/Priser/Priser-privatkund.html) [2016-05-11]

- CNG Canada Inc. (2012). *Compressors*.  
<http://www.cngcanada.ca/index.php?pagename=compressors> [2016-02-03]
- Cobey energy, (uå). Applications.  
[http://www.cobeyenergy.com/Time\\_Fill\\_Station/time\\_fill\\_station.html](http://www.cobeyenergy.com/Time_Fill_Station/time_fill_station.html) [2016-02-05]
- Containertjänst (uå). *Begagnade containers 20 fot I olika färger*.  
<http://www.containertjanst.se/begagnade-containers/begagnade-containers-20-fot-olika-farger/> [2016-05-03]
- Dahlgren S., Ireblad T., Lindgren A., Lundborg H. (2011). *Biogasdistribution, från lokal till regional hantering. Beskrivande och jämförande studie av olika distributionsformer för biogas och fordonsgas*. Rapporten är en del av projektet InfraBiogas Öst. Sweco, Biogas öst.
- E.ON Ruhrgas och GDF SUEZ. (2011). *Report on gas composition range in Europe DB0.1*. INGAS integrated project.
- E.ON, Gasföreningen och LRF (2007). *Gårdsproduktion av biometan – en jämförelse av produktionskostnader och marknadsvärde för olika avsättningsalternativ*. Rapport utgiven av Gasföreningen
- Edlund T. (2016-01-13). *Tre av tio vill inte äga bil*.  
[http://www.mynewsdesk.com/se/if\\_skadeforsakring/pressreleases/tre-av-tio-vill-inte-aga-sin-bil-1290947](http://www.mynewsdesk.com/se/if_skadeforsakring/pressreleases/tre-av-tio-vill-inte-aga-sin-bil-1290947) [2016-03-02]
- Elowson Tosting L. (2010-01-08). *Populärt bygga om bilen till gasdrift. Gasdrift*. <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=83&artikel=3352565> [2016-02-17]
- Energigas Sverige (2012). *Anvisningar för biogasanläggningar*, BGA 2012.
- Energigas Sverige (2012). *Biogassektionens mål för biogas i Sverige till år 2015*. Länk till dokument <http://www.energigas.se/Om-oss/Verksamhet/AnalysMarknad/Biogasradet> [2016-03-14]
- Energimyndigheten (2014). *Energianvändning inom jordbruket 2013*. ES 2014:07. Statens energimyndighet. ISSN 1654-7543.
- Energimyndigheten, (2015). *Produktion och användning av biogas och rötresor år 2014*. Statens energimyndighet. ES 2015:03, ISSN 1654-7543
- Fallde M., Flink M., Lindfeldt E., Petterson K., Wetterlund E. (2007). *Bakom drivmedelstanken – perspektiv på svenska biodrivmedelsatsningar*. Arbetsnotat Nr 36

Finansdepartementet. (2015-06-26). *Vissa punktskattefrågor inför budgetpropositionen 2016*. Regeringen.

<http://www.regeringen.se/rattsdokument/lagratsremiss/2015/06/vissa-punktskattefragor-infor-budgetpropositionen-2016/> [2016-03-11]

Forward S., Nyberg J., Forsberg I., Nordström M., Wallmark C., Wiberg E., Wolf S. (2015). *Förnybara drivmedel, möjligheter och hinder sett utifrån privatbilisters och aktörers perspektiv*. TRI rapport 845

Gasbilen. (2010-09-24). *Vad är biometan?* <http://www.gasbilen.se/Att-tankad-in-gasbil/FAQFordonsgas/FAQBiometan> [2016-05-31]

Gasbilen. (2014-01-17). *Vad är energiinnehållet i fordonsgas?*

<http://www.gasbilen.se/Att-tankad-in-gasbil/FAQFordonsgas/FAQEnergiinnehall> [2016-05-20]

Gasbilen. (2015-02-10). *Tankställen*. <http://gasbilen.se/Att-tankad-in-gasbil/Tankstallen> [2016-03-02]

Gasbilen, (2016-01-15). *Att tanka din gasbil – Aktuella priser*.

<http://gasbilen.se/Att-tankad-in-gasbil/Aktuella-priser> [2016-01-21]

Gasfill (2014). *Products*. <http://www.gasfill.com/products> [2016-02-01]

Gänger H. (2016-03-18). *Så miljösmart! Martin bygger om vanliga Volvo till biogasbilar!* <http://land.se/motor/sa-miljosmart-martin-bygger-om-vanliga-volvo-till-biogasbilar/> [2016-05-04]

Hadders G. (2013). *Kraftvärmeproduktionen vid fyra lantbruksbaserade biogasanläggningar*. Rapport i projektet ”Utvärdering av biogasanläggningar på gårdsnivå”. Hushållningssällskapens Förbund.

Hallin, A. Karrbom Gustavsson, T. (2012). *Project management*. Liber

Henham, A. & Makkar, M.K. (1998). Combustion of simulated biogas in a dual-fuel diesel engine. *Energy Conversion and Management*, 39 (16-18), 2001-2009.

Horner I. (2016-05-04). *Elcertifikat*. <http://www.powervast.se/sv/Ovriga-sidor/Power-Vast/Power-Vast/Om-vindkraft/Ekonomi/Elcertifikat/> [2016-05-13]

[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=44211](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=44211) [2016-02-10]

Huang, J. & Crookes, R.J. (1998). Assessment of simulated biogas as a fuel for the spark ignition engine. *Fuel*, 77 (15), 1793-1801.

ISO (2010). ISO 15403-1:2006: *Natural gas for use as a compressed fuel for vehicles, Part 1: Designation of the quality.*

ISO (2014). *Business plan – 3.0*. ISO/TC 255.

ISO (2015). ISO/AWI 20675: *Terms, definitions and classification scheme for the biogas production, conditioning, upgrading and utilization.*

[http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=68794](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=68794) [2016-02-10]

Jansson L-E. (2014). *Ekonomisk utvärdering av biogasproduktion på gårdsnivå*. Hushållningssällskapets Förbund.

Jansson L-E. (2014). *Ekonomisk utvärdering av biogasproduktion på gårdsnivå*. Hushållningssällskapets förbund.

Johansson M. och Nilsson T. (2007). *Transporter i gårdsbaserade biogassystem – Framtagning av beräkningsprogram för kostnader och emissioner*. Lunds Tekniska Högskola

Johansson N. (2012). *Koldioxidhaltig biogas som fordonsbränsle - lagring och förbränning vid gårdsproduktion*. Karlstad Universitet.

Jordbruksverket, (2011). *Omställningspremie för jord- och skogsbrukets arbetsmaskiner, förslag till stödsystem*.

Jordbruksverket. (2015a-01-27). *Biogas i tanken sluter cirkeln*.

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/begransadklimatpa-ver-kan/miljovanligamaskinermeka/vikorpabiogas/biogasitankenslutercirkeln.4.2ae27f0513e7888ce2280008388.html> [2016-02-29]

Jordbruksverket, (2015b-12-18). *Gödselgasstöd – beskrivning av stödet*.

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/foretagsochprojektstodilandsbygdsprogram-met/godselgasstod/beskrivningavstodet.4.5027191e14d8eb30892e7b68.html> [2015-01-21]

Jordbruksverket (2016a-04-13). *Investeringsstöd till biogas*.

<https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/stodilandsbygdsprogrammet/investeringar/biogas.4.6ae223614dda2c3dbc44f95.html> [2016-05-04]

Jordbruksverket (2016b-05-09). *Investeringsstöd till nya jobb på landsbygden*.

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/stodilandsbygdsprogrammet/investeringar/nyajobbpalandsbygden.4.6ae223614dda2c3dbc44fca.html> [2016-05-13]

- Kornebäck F., Abu Eid M. Och Wallentin A. (2015-12-16). *Förlängda statsstödsgodkännanden för skattebefrielse för biodrivmedel*. Regeringen.  
<http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2015/12/forlangda-statsstodsgodkannanden-for-skattebefrielse-av-biodrivmedel/> [2016-03-11]
- Liljemark S., Forbord G., Riipinen T., Andersen J., Christensson K., Andersson T. (2013) *Biogas med kolmembranuppgradering för optimerad biogasanvändning på lantbruk*. SGC Rapport 2013:285.
- Losman M. (2013). *Handledning för offentlig upphandling av gasdrivna fordon och transporter*. Biogas öst och Ecoplan.
- Luostarinen S. 2013. *Energy potential of manure in the Baltic sea region: bio-gas potential & incentives and barriers for implementation*. Baltic manure business opportunities.
- Malmkvist M. (2016-01-28). *Projekt Intensifierat nationellt biogasarbete*.  
<http://www.energigas.se/Om-oss/Verksamhet/AnalysMarknad/ProjektINB>  
[2016-03-14]
- Malmkvist M., Bjurnemark J. och Paradis H. (2015). *Förslag till nationell biogasstrategi*. Energigas Sverige, Region Skåne och Swedegas.
- Malmström M. (2014-09-18). De tio bästa kickstarter-kampanjerna. SVD.  
<http://www.svd.se/de-tio-basta-kickstarter-kampanjerna#sida-1> [2016-05-10]
- Mariestads kommun, Töreboda kommun och Gullspångs kommun. (2008). *Energi- och klimatplan för Mariestads, Töreboda och Gullspångs kommuner*.
- Mariestads kommun, Töreboda kommun och Gullspångs kommun. (2012). *MTG kommuner i samarbete, ett grönt och skönt MTG, energieffektiviseringsstrategi*.
- Motor Jikov, 2012. *MJ Compact 05 domestic vehicle refueling appliance*.  
<http://www.jikovcng.com/products/mj-compact-05-domestic-vehicle-refueling-appliance/> [2016-02-01]
- MSB (2015). *Transport av farligt gods, väg och järnväg 2015/2016*. MSB805. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
- Nardi compressor, (2016). *Nardi CNG series*.  
<http://www.nardicompressor.com/en/prodotti-en/nardi-cng-series-en/domestic-compressors-en/product/191-cng-1-0-gge> [2016-02-01]
- Naturvårdsverket (2016-04-14). *Klimatklivet – lokala klimatinvesteringar*.  
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/Lokala-klimatinvesteringar/> [2016-05-04]



- Naturvårdsverket, (2015-05-13). *Förnybar energi*.  
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Fornybar-energi/> [2015-01-21]
- Nicotra A. (2013). *Position Paper: LNG, a Sustainable Fuel for all*. NGVA – Natural and biogas vehicle association Europe
- Nilsson B. S. (2014). *Avgifter och villkor för gårdsbaserade biogasanläggningar*. Hushållningssällskapet.
- Andersson J., Olsson H., Ascue J., Rogstrand G., Edström M. och Nordberg Å. (2014). *Processintern metananrikning vid gödselrötning, försök i pilotskala*. JTI-rapport, Kretslopp & Avfall 50.
- Olsson H., Andersson J., Edström., Rogstrand G., Persson P.-O., Andersson L., Boback S., Assarsson A., Benjaminsson A., Jansson A., Alexandersson L., Thorell K. (2014). *Samrötning av hästgödsel med nötflytgödsel – Fullskaleförsök vid Naturbruksgymnasiet Sötåsen*. Rapport 51, Kretslopp & Avfall. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Osterwalder A. och Pigneur Y. (2013). *Business Model Generation*.
- Persson M. 2003. *Utvärdering av uppgraderingstekniker för biogas*. Rapport SCG 142.
- Persson T. (2013-11-21). *Småskalig uppgradering*. SGC – Svenskt gastekniskt center AB. Se länk till power point presentation.  
<http://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2015/04/716.pdf> [2016-02-02]
- Phan, M.D. & Wattanavichien, K. (2007). Study on biogas premixed charge diesel dual fuelled engine. *Energy Conversion and Management*, 48 (8), 2286-308.
- Porpatham, E., Ramesh, A. & Nagalingam, B. (2008). *Investigation on the effect of concentration of methane in biogas when used as a fuel for a spark ignition engine*. Fuel, 87 (8–9), 1651-1659.
- Roth L., Johansson N., Benjaminsson J. (2009). *Mer biogas! Realisering av jordbruksrelaterad biogas*. LRF, e.on och gasföreningen.
- Sjöblom A. (2013-02-08). *Veckan då du äger fjällstugan*. Dagens Nyheter  
<http://www.dn.se/bostad/veckan-da-du-ager-fjallstugan/> [2016-05-05]
- Skatteverket, (uå). *Återbetalning av skatt på bränsle för jordbruk, skogsbruk och vattenbruk*.

<https://www.skatteverket.se/foretagorganisationer/skatter/punktskatter/energis/kat-ter/verksamhetermedlagreskatt/jordbrukskogsbrukvattenbruk/bransle.4.15532c7b1442f256baebbb2.html> [2016-02-17]

SKL (Sveriges kommuner och landsting). (2008). *Energi och klimat – positionspapper*.

Smith M., Gonzales J. (2014). *Costs associated with compressed natural gas vehicle fueling infrastructure*. U.S. department of energy. Energy efficiency renewable energy.

SMP (2011). *Marknadsförutsättningar för konvertering av arbetsmaskiner till biogas (metandiesel), 100 % RME och ED95*. SMP projekt PX10010

SPBI (2016-03-02). *Priset på naturgas för industrikunder 2007-*.  
<http://spbi.se/statistik/priser/?gb0=month&df0=2005-01-01&dt0=2015-12-31&ts0=0> [2016-05-06]

Swedish biogas international (uå). *Våra anläggningar*.  
<http://www.swedishbiogas.com/index.php/sv/startside/47-referenser/industriella-anlaeggningar?start=5> [2016-02-29]

Svensson M. (2011). *Utvärdering av svensk biogasstandard – underlag för en framtida revision*. SGC, Rapport nr 229.

Sällvik A., Peterson A., Cordova C., Rap G-J., Niskanen H., Christensson K. och Troedsson A. (2011). *Biogasdrivna dual fuel-traktorer i lantbruk, entreprenad och kommuner - en förstudie*. Biogas syd

Sävsjö biogas. (2013-06-20). *Sävsjö har fått en ny gastankstation*.  
<http://www.savsjobiogas.se/savsjo-har-fatt-en-ny-gasstation/> [2016-02-29]

Thern M. (2002). *Gasboosters för små gasturbiner*. Lunds tekniska högskola. SGC – Svenskt gastekniskt center. Rapport 126

Thor L. (2015-11-30). *Om Västra Götalandsregionen*.  
<http://www.vgregion.se/sv/Vastra-Gotalandsregionen/startside/Om-Vastra-Gotalandsregionen/> [2016-03-14]

Thrän et al. 2014. *Biomethane – status and factors affecting market development and trade*. IEA Task 40 and Task 37 Joint Study. September 2014.

Ulricehamns Energi. (uå). *Biogas det renaste bränslet*.  
<http://www.ueab.se/fordonsgas/fordonsgas/> [2016-02-29]

VA Syd. (2016-01-27). *Ellinge avloppsreningsverk*.  
<http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Avloppsreningsverk/Ellinge-avloppsreningsverk> [2016-02-29]

Waldén M. (2012). *Användarna gör drömmen möjlig*. Vinnova nytt juni 2012.  
Wiberg S. (2015). *Hinder och drivkrafter för ett medlemskap i en bilpool*. Examensarbete på Umeå Universitet.

Vienna University of Technology (2012). *Biogas to biomethane technology review*. Institute of chemical engineering, research division thermal process engineering and simulation. Task 3.1.1.

Wiklander L. (2014). *Den Svenska biogasmarknaden och dess aktörer*. BioMil AB, Lund.

Wiklander L. och Hjort A. (2015). *Organisations- och affärsmodeller*. Biomil AB

Vinkooperativ (2016). *Hur fungerar andelsföreningar?*  
<http://www.vindkooperativ.se/om-andelsforeningar/hur-fungerar-andelsforeningar/> [2016-05-05]

Yang L., Ge X., Wan C., Yu F., Li Y. (2014). *Progress and perspectives in converting biogas to transportation fuels*. Elsevier, Renewable and sustainable energy reviews 40, 1133-1152.

Yoon, S.H. & Lee, C.S. (2011). Experimental investigation on the combustion and exhaust emission characteristics of biogas–biodiesel dual-fuel combustion in a CI engine. *Fuel Processing Technology*, 92 (5), 992-1000.

Zeljko T. (2015-06-30). *Samåkning i Broddetorp*.  
<http://www.vgregion.se/sv/Vastra-Gotalandsregionen/startsida/Kollektivtrafik/Serviceiva-pa-landsbygd/Innovativa-losningar-for-landsbygd-och-skargard/Samakning-i-Broddetorp/> [2016-03-02]

## Muntliga källor

Andersson J. (2016-01-21). Intervju med Johan Andersson på JTI. Projektledare för utveckling av askfilter.

Jönsson H. (2016-02-23). Intervju med Hanna Jönsson på Västra Götalandsregionen. Processledare Biogas Väst på miljöavdelningen, koncernkontoret.

Kättström H (2016-04-28). Intervju med Hans Kättström på Nordic gas solutions. Försäljning och projekt.

Larsson G (2016-02-09). Intervju med Gunnar Larsson på SLU. Forskare.

Leece N. (2016-05-03). Mailkontakt med Norman Leece på Gasfill.

Lindvall E. (2016-03-01). Intervju med Elin Lindvall på Jordbruksverket. Projektledare för MEKA-projektet.

Ryeng M. (2016-02-23). Intervju med Maria Ryeng på Stockholm gas. Försäljningsansvarig mot restauranger.

Sorschak K. (2016-02-16). Mail ifrån Kurt Sorschak på Xebec.

Tilstam L. (2016-02-29). Intervju med Lena Tilstam på Töreboda kommun. Näringslivs- och kommunutvecklare.



SLU  
Institutionen för energi och teknik  
Box 7032  
750 07 UPPSALA  
Tel. 018-67 10 00  
pdf.fil: [www.slu.se/energioghteknik](http://www.slu.se/energioghteknik)

SLU  
Department of Energy and Technology  
P. O. Box 7032  
SE-750 07 UPPSALA  
SWEDEN  
Phone +46 18 671000